



# Az ipar 4.0 fogalma, összetevői és hatása az értékláncre

Nagy Judit

**167. sz. Műhelytanulmány**  
**HU ISSN 1786-3031**

**2017. november**

Budapesti Corvinus Egyetem  
Vállalatgazdaságtan Intézet  
Fővám tér 8.  
H-1093 Budapest  
Hungary

## Tartalomjegyzék

Rövidítések .....	3
Absztrakt.....	4
Abstract .....	5
Bevezetés.....	6
1. Az ipari forradalmak .....	8
1.1 Az első három ipari forradalom.....	8
1.2 Az Ipar 4.0.....	9
2. Mi indukálja az újabb ipari forradalmat? .....	13
3. Alapkövek .....	15
4. A porteri értéklánc és az Ipar 4.0 .....	19
4.1 Az Ipar 4.0 egyes értéklánc elemekre gyakorolt hatása .....	20
4.1.1 Termelés .....	20
4.1.2 Logisztika .....	24
4.1.3 Marketing – sales.....	25
4.1.4 Szolgáltatások.....	27
4.1.5 Beszerzés .....	27
4.1.6 Technológiai fejlesztés .....	28
4.1.7 Emberi erőforrás gazdálkodás.....	30
4.1.8 Vállalati infrastruktúra.....	31
4.1.9 Vállalatközi kapcsolatok .....	33
5. Az Ipar 4.0 megvalósítását akadályozó tényezők.....	36
6. Vállalati tapasztalatok .....	38
6.1 Az Ipar 4.0 megközelítése.....	38
6.2 Ipar 4.0 a termelésben .....	39
6.3 Adatelemzés, a kritikus pont .....	41
6.4 Ember-gép kapcsolatok, digitális ökoszisztéma .....	42
6.5 Emberi erőforrás kérdések.....	42
6.6 Okos termékek .....	44
7. A vállalatok fejlettségi szintjének meghatározása .....	45
8. Összefoglalás .....	49
Forrásjegyzék.....	51
1. számú melléklet: Definíciók.....	55

## Rövidítések

AM – additive manufacturing – Additív termelés

BI – Business Intelligence – Vevők, piacok üzleti elemzése

CJM – Customer Journey Management – Vevői életút menedzsment

CPPS – cyber-physical production system – Kiber-fizikai termelési rendszer

CPS – cyber-physical system – Kiber-fizikai rendszer

CRM – Customer Relationship Management – Vevői kapcsolatok menedzsmentje

ERP – Enterprise Resources Planning – Vállalati erőforrástervező rendszer

GDPR – Genera Data Protection Regulation – Az EU Általános Adatvédelmi Szabályozása

ICT – Info-Communication Technology – Info-kommunikációs technológia

IoT – Internet of Things – A dolgok internete

MES – Manufacturing Execution System – Gyártás végrehajtó rendszer

M2M – Machine-to-Machine – Gép-gép közötti kommunikáció

PLC – Programmable Logic Controller – Programozható Logikai Vezérlő

RFID – radio frequency identification – Rádiófrekvenciás azonosítás

RMS – Reconfigurable Manufacturing System – Átállítható Gyártási Rendszer

WMS – Warehouse Management System – Raktárirányítási rendszer

A publikáció a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00013 "Intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztések a Budapesti Corvinus Egyetem székesfehérvári Campusán" című Európai Unió projektje keretében készült.

## Absztrakt

A tanulmány célja, hogy meghatározza az Ipar 4.0 fogalmát és mögé tekintsen, azaz magyarázatot találjon kialakulására, mozgatórugóira és legfőképpen, jelentőségére a vállalati értéklánc szempontjából. A dolgozat során rövid kitekintés erejéig foglalkozom makro, vagy gazdaságpolitikai kérdésekkel, de legfőképpen a vállalati szint vizsgálatára fókuszálok.

A tanulmány megírása során azt tapasztaltam, hogy a szakirodalom is még ismerkedik a fogalommal, annak gazdasági hatásaival. Éppen ezért számos, tanácsadó cégek által készített tanulmányt fogok idézni, hiszen ezek azok a vállalatok, akik megbízásaikon keresztül érzékelik, mi mozgatja meg aktuálisan leginkább az ügyfeleiket és ők azok, akik a döntéshozókra befolyással bírnak. Mivel a fogalom a németországi High Tech Stratégia 2020 publikálását követően (Herman et al., 2016) terjedt el, számos német kutató tollából származó irodalom is feldolgozásra került.

A dolgozat felépítése a következő: elsőként a negyedik ipari forradalmat helyezem el az ipari forradalmak sorában, majd ezt követően összefoglalom, a kutatók miként próbálták megfogalmazni az Ipar 4.0 jelenségét, és megpróbálok egy egységes definíciót alkotni. Ezt követően térek rá a dolgozat másik központi problémájára, az Ipar 4.0 vállalati értékláncban való megjelenésére. Röviden bemutatom Porter értéklánc koncepcióját (1985), majd szisztematikusan végig megyek először az elsődleges (bemenő logisztika, termelés, kimenő logisztika, marketing-értékesítés, szolgáltatások), majd a támogató tevékenységeken (vállalati infrastruktúra, emberi erőforrás menedzsment, technológiai fejlesztés, beszerzés). Azt vizsgálom, az Ipar 4.0 technológiai eszközei miként jelennek meg az adott tevékenységben. A tanulmány végén szót ejtek a negyedik ipari forradalomba való bekapcsolódás akadályozó tényezőiről is, majd pedig bemutatok egy tanácsadócéggel fejlesztett modellt, amely a vállalatok Ipar 4.0 szerinti fejlettségét hivatott megállapítani. A kutatás során lefolytatott interjúk alapján magam is megpróbálok besorolni a vizsgált vállalatokat az adott szempontok szerint, elkészítve azok Ipar 4.0 profilját.

A tanulmány elkészültét négy szakértői interjú támogatja. Az interjúk olyan termelő vállalatok vezetőivel készült beszélgetések, akik az Ipar 4.0 fogalmát már magukévá tették, és az a vállalatuk működését napi szinten befolyásolja, a fejlődésük meghatározója.

Az eredmények nem általánosíthatók, tendenciák azonban kiolvashatók belőle. A Magyarországon működő, autóiipari, elektronikai vállalatok is elindultak Ipar 4.0 fejlesztésekkel. Ezek iránya elsődlegesen a termelés, és az ösztönzői vagy a külföldi anyavállalat impulzusai, újonnan adaptált megoldásai, vagy pedig a magyar vezetők agilitása, innovativitása. Fejlettségben a Digitális újonc és Horizontális integrátor szinten találhatók.

## Abstract

Aim of this study is to define Industry 4.0, and to look behind the notion and explain how it has emerged, what are the motivations behind and its importance from corporate value chain's perspective. In the paper I touch macro or economic policy issues briefly and deal more intensely with how the Industry 4.0 effects companies' internal processes.

While writing the paper, I experienced that academic literature is also still getting to be acquainted with the notion of Industry 4.0 and its economic effects. For this reason I am going to cite many reports from consulting companies which are in direct relationship with companies through their advisory assignments, have a wide picture about what topics are hot, what are the directions of development, and also, which have influence on decision makers. The notion has spread after publishing the German High Tech Strategy 2020 (Herman et al., 2016), so I also processed many German authors to get insight into the core of Industry 4.0.

The structure of the paper is the following: first, I place Industry 4.0 in the series of industrial revolutions and synthesize how researchers tried to capture the notion and I also try to formulate a comprehensive definition. After that, I start to deal with the other focal problem of this paper: how Industry 4.0 appears in the activities of the corporate value chain. I briefly introduce Porter's value chain concept (1985) then I systematically go through first on primary activities (inbound logistics, production, outbound logistics, marketing-sales, after-sales services) and on support activities (procurement, human resources management, technology development and firm infrastructure), and show, how these areas of a company can benefit from or use the tools of Industry 4.0. I also deal with the obstacles that might retain firms of rowing the waves of fourth industrial revolution. I also introduce a model that aims to classify firms along their Industry 4.0 development phase. The companies that were interviewed during this research will also be classified by using this model, pointing out their Industry 4.0 profile.

The paper is based on four company interviews. Interviews were made with leaders in manufacturing companies that are aware of Industry 4.0, use its technologies and methods, and it affects their everyday work and developments.

Empirical results of the paper cannot be generalized, but point out tendencies at manufacturing companies. Hungarian automotive and electronic industry firms have stepped on the path of Industry 4.0 developments. The direction of developments is mainly production, and is motivated by the parent company or the agility and innovativeness of Hungarian leaders. The development phase of the interviewed companies are either Digital novice or Horizontal integrator.

## Bevezetés

A tanulmány célja, hogy meghatározza az Ipar 4.0 fogalmát és mögé tekintsen, azaz magyarázatot találjon kialakulására, mozgatórugóira és jelentőségére a vállalati értéklánc szempontjából. A dolgozat során rövid áttekintés erejéig foglalkozom makro, vagy gazdaságpolitikai kérdésekkel, de legfőképpen a vállalati szint vizsgálatára fókuszálok.

A tanulmány megírása során azt tapasztaltam, hogy a szakirodalom is még ismerkedik a fogalommal, annak gazdasági hatásaival. Éppen ezért számos, tanácsadó cégek által készített tanulmányt fogok idézni, hiszen ezek azok a vállalatok, akik megbízásaikon keresztül érzékelik, mi mozgatja meg aktuálisan leginkább az ügyfeleiket, és ők azok, akik a döntéshozókra befolyással bírnak. Mivel a fogalom a németországi High Tech Stratégia 2020 publikálását követően (Herman et al., 2016) terjedt el, ezért számos német kutató tollából származó irodalom is feldolgozásra került.

A dolgozat felépítése a következő: elsőként a negyedik ipari forradalmat helyezem el a korábbi ipari forradalmak sorában, áttekintve mindazon fejlődési fázisokat, amelyek lehetővé tették az újabb, nagy volumenű fejlődés bekövetkezését. Ezt követően a szintetizálás szándékával áttekintem, hogy a kutatók miként próbálták megfogalmazni az Ipar 4.0 jelenségét, majd megpróbálok egy egységes definíciót alkotni. Áttekintem azokat a technológiai jelenségeket, amelyek előidézték a negyedik ipari forradalom kialakulását, és összegzem, mik azok az alapkövek, amelyek egy vállalatban belül jellemzően jelen vannak a megvalósításához. A fogalmi tisztázás mellett a dolgozat másik központi problémája az Ipar 4.0 vállalati értékláncban való megjelenése. Az Ipar 4.0 első hatásait egyértelműen a termelésben és logisztikában tapasztalhatjuk, de célom az is, hogy rávilágítsak a további folyamatokra gyakorolt hatásaira is. Röviden bemutatom Porter értéklánc koncepcióját (1985), majd szisztematikusan végig megyek először az elsődleges (bemenő logisztika, termelés, kimenő logisztika, marketing-értékesítés, szolgáltatások), majd a támogató tevékenységeken (vállalati infrastruktúra, emberi erőforrás menedzsment, technológiai fejlesztés, beszerzés), hiszen az Ipar 4.0 közvetett hatásai – elsősorban az adatok végtelen tárháza és azok felhasználásának lehetősége – utóbbiakra is erős hatást gyakorol. Azt vizsgálom, hogy az Ipar 4.0 technológiai eszközei miként jelennek meg az adott tevékenységekben. A tanulmány végén szót ejtek a negyedik ipari forradalomba való bekapcsolódás akadályozó tényezőiről is, majd pedig bemutatom egy tanácsadó cég által kifejlesztett modellt, amely a vállalatok Ipar 4.0 szerinti fejlettségét hivatott megállapítani. A kutatás során lefolytatott interjúk alapján magam is megpróbálok besorolni a vizsgált vállalatokat az adott szempontok szerint, elkészítve azok Ipar 4.0 profilját.

A tanulmány elkészültét négy szakértői interjú támogatja. A vállalatok kiválasztásában segítségemre volt a Nemzeti Technológiai Platform tagjainak listája és a megkérdezett szakemberek ajánlásai

(hólabda-módszer). Az interjúk olyan termelő vállalatok vezetőivel készült beszélgetések, akik az Ipar 4.0 fogalmát már magukévá tették, és vállalatuk működését napi szinten befolyásolja, a fejlődésük meghatározója. A vállalatok többségében külföldi tulajdonban álló nagyvállalatok, de egy magyar KKV-hoz is eljutottam. A nagy cégek mind 1000 fő körüli vagy még magasabb számú dolgozóval működnek, árbevételük Európában is százmilliós, egy esetben milliárdos nagyságrendű. A beszélgetések tapasztalatai a tanulmány végén esettanulmány formájában csatolnak majd vissza az elméleti megközelítéshez, és ezeken keresztül bepillantást nyerhetünk, hogy a magyarországi termelő vállalatok (egyes esetben anyavállalatuk) milyen lépéseket tettek a digitális fejlődés érdekében.

A négy darab, egyenként egy órás, félig strukturált interjú jellemzői:

<i><b>Megnevezés</b></i>	<i><b>Cég tulajdonosi háttere</b></i>	<i><b>Iparág</b></i>	<i><b>Az interjú alany beosztása</b></i>	<i><b>Régió</b></i>	<i><b>Árbevétel/ Létszám (2016)</b></i>
<b>V1</b>	magyar	elektronika	ügyvezető	Közép-Dunántúl	4M€ 75 fő
<b>V2</b>	amerikai	autóipar	Lean & 6σ manager	Közép-Dunántúl	176,5M€ 1500 fő
<b>V3</b>	német	autóipar	operations manager	Dél-Alföld	113M€ 900 fő
<b>V4</b>	német	autóipar	csoportvezető	Észak-Magyarország	1,65 Mrd€ 5300 fő

1. táblázat: Az interjúk adatai (saját szerkesztés)

Beszélgető partnereimnek ezúton is köszönöm, hogy hozzájárultak a tanulmány sikeréhez! Az általuk megosztott tapasztalatokra, gyakorlatokra a szövegben is utalok, illetve a dolgozat végén esettanulmányként olvashatók.

## 1. Az ipari forradalmak

Az emberi társadalom mindig is életminőségének folyamatos javításán fáradozott. Az ipar pedig folyamatosan próbált lépést tartani az elvárásokkal, ez vezetett mindannyiszor az újabb és újabb ipari forradalomhoz. A gazdaságtörténet e kiemelkedő szakaszaiban a kommunikáció fejlődése egybe esett az energia hasznosítás és mobilitás fejlődésével, ami magasabb szintre emelte az életminőséget és megváltoztatta az üzlet modelleket (Holodny, 2017). Ebben a fejezetben áttekintem a négy ipari forradalmat és megállapítom, hogy bármely szakasról legyen is szó, a cél azonos volt: a rendelkezésre álló technológiával megkönnyíteni az ember életét, és a fogyasztó igényét magasabb minőségi szinten kielégíteni.

### 1.1 Az első három ipari forradalom

Mokyr 1985-ös könyvében az ipari forradalmat egy folyamatként, nem pedig eseményként határozza meg (p. 1). Idézi Perkin általánosan elfogadott definícióját (1960), miszerint az ipari forradalom megváltoztatta az ember által hozzáférhető eszközöket, amelyek megkönnyítik mindennapi életét, és megnyitotta az utat afelé, hogy az ember fizikai környezetét teljesen uralni tudja. Az ipari forradalom nem csak a termékek és szolgáltatások előállításának módját újíította meg, de megváltoztatta a család, a háztartás, benne a nők és gyerekek szerepét. Megváltozott hatására az egyház szerepe, az, hogy az emberek miként választják meg a döntéshozókat, hogy mit tudnak és mit akarnak megtudni a világról. Összességében tehát az ipari forradalom koránt sem csupán gazdasági jelenség, társadalmilag tovaryűrűző hatása is van. Mokyr (1985) szerint az ipari forradalmaknak három lépcsője van: (I.) elsőként a gazdaságnak egy ágazatában megy végbe valamilyen gyors változás (ez zajlik most), (II.) amelynek következtében ez az ágazat dinamikusabban növekszik, mint a gazdaság más iparágai, megváltoztatva a gazdaság szerkezetének arányait, növekszik a kibocsájtási és a foglalkoztatási részaránya (ez kezdődik). A harmadik szakaszban (III.) a fejlődés hatásai tovaryűrűznek a többi ágazatba is.

Az első ipari forradalom Angliából indult, és a 18. század végéhez, 19. század első feléhez köthető, majd a beteljesülése, társadalmi hatásai a 19. század során fejtették ki igazi hatásukat. Ezen ipari forradalom kezdetét többen az 1769-ben benyújtott két, a későbbi technológiákat alapvetően meghatározó szabadalomhoz kötik (James Watt – gőzhajtású motor, Richard Arkwright – pamutszál fonásának gépesítése) (Perkins, 1985). A gőzhajtású vasúti közlekedés rövidebb idő alatt nagyobb távolságok legyőzésével forradalmasította a mobilitást, a postai küldemények gyorsabb továbbítása a kommunikációt gyorsította fel. Az ipari fejlődés az 1. ipari forradalom első 70 éve során olyan mértékű



volt, amelyet korábban sosem tapasztaltak Nagy-Britanniában. Az egy főre eső GDP az első és második ipari forradalom között csaknem megháromszorozódott az országban (Allen, 2011).

A második ipari forradalom a 19. század végéhez, a 20. század elejéhez, a tömeggyártás és az elektromosság elterjedéséhez köthető. A lakosság számának és a fogyasztói igényeknek a növekedése a termelés volumenének növelését tette szükségessé. Ennek következményeként alakultak ki olyan gyártó komplexumok, amelyek nagy tömegben, olcsón voltak képesek széles rétegek igényeit kielégítő termékek előállítására. Ehhez nem csupán nagy termelő létesítmények, de a munkaszervezés forradalma és egyre több tevékenység gépesítése is szükségesek voltak. A vegyipar, az olajipar, az acél- és gépipar és az elektronika fejlődése mellett ugyancsak figyelhetünk meg társadalmi változásokat, az egyre erősebb urbanizációt, az újabb társadalmi rétegek megjelenését és önszerveződését. A városlakók ellátására a közművek hálózatának (víz, szennyvíz, elektromos áram, később a telefon) kiépítése is rohamtempóban zajlott (Mokyr, 1998). Az ipari fejlődés ezen szakaszában az elektromos áram háztartásokban való megjelenése az életminőséget, a ráépülő technológiák, pl. telefon a kommunikációt, a tömeggyártásban termelt gépkocsik elérhetővé válása pedig a mobilitást javította.

Greenwood (1999) a harmadik ipari forradalom kiindulását 1974-re datálja. Innentől következett be ugyanis az a jelenség, hogy a termelő berendezések és számítógépek ára elkezdett rohamosan csökkenni, ez utóbbiaké akár évi 19 százalékkal zuhant. A technológia fejlődését ebben a korszakban egyértelműen az információ technológia fejlődése határozta meg. Az információ továbbítása hihetetlenül felgyorsult, a mobilitás világszinten vált elérhetővé tömegek számára. Míg a vállalati beruházások mindössze 7 százalékát költötték IT-re a cégek 1955-ben, addig ez a szám a nyolcvanas években 30-40 százalék körül mozgott (Greenwood, 1999: 3). A munka termelékenysége 1950 és 1981 között évente 2,3 százalékkal, 1980 és 90 között 3,8 százalékkal nőtt (Jensen, 1993: 8). A számítógépek tudásának rohamos fejlődése és áruk relatív esése azt is lehetővé tette, hogy bizonyos termelési folyamatok automatizálása megindulhasson. Az információtechnológia egyre nagyobb térnyerése és a robotok megjelenése és terjedése pedig mintegy megágyazott a következő ipari forradalom számára.

## 1.2 Az Ipar 4.0

Több tanulmány és az elkészített interjúk is azt mondják, hogy a negyedik ipari forradalom napjait éljük (Monostori, 2014; KPMG, 2016; PwC, 2016a). A korábbi termelési rendszerek már nem tarthatók fenn soká, hiszen tartós környezeti károkhoz (klímaváltozás) vezettek, túl sok nem-megújuló energiaforrást emésztene fel, továbbá az öregedő társadalmak miatt fel kell készülni a munkaerő létszámának csökkenésére (Wang et al., 2016a). Ez utóbbi kiváltására a robotok és az automatizáció régóta létezik. Az internet viszont, ezek hálózatba kötésével forradalmasítja a folyamatszervezést. Kritikusok

megemlítik, hogy mivel a digitalizáció fellendülése a számítógépes technológia fejlődésére vezethető vissza, tulajdonképpen nem negyedik ipari forradalomról, hanem a harmadik kiteljesedéséről beszélhetünk (Holodny, 2017; Jensen, 1993). A dolgozatban ugyanakkor én nem ezzel a megközelítéssel élek. **A negyedik ipari forradalom alapja a digitalizáció és az adat**, a számítógép csupán eszköz. Az internet és a technológiai fejlődése megteremti az emberek, gépek és vállalatok folyamatos összeköttetésben lévő hálózatát, és az értékteremtő folyamatok adatainak folyamatos megosztásával elérhetővé válik a versenyképes, a vevő számára teljesen testreszabott termék előállítása. A különböző gépek, rendszerek - akár maguk a termékek is – ontják magukból az adatot, amelynek tárolása, feldolgozása, értelmezése hatalmas kihívás. A versenyelőny forrása tehát nem csupán az összehangolt, vagy éppen teljesen új alapokra helyezett termelés (pl. additív termelés) lesz, hanem a termékek digitális szolgáltatásokkal való körbeágyazása, valamint, hogy melyik vállalat hogyan szűr le a keletkező adatokból releváns információt a döntéshozatal támogatásához (V1, V2, V3, 2017; KPMG, 2016; Deloitte, 2015; PwC, 2016a).

Angela Merkel német kancellár asszony tömören fogalmazza meg a negyedik ipari forradalmat: „Gyorsan kell cselekedjünk, hogy kihasználjuk az online világ és az ipari termelés világának összeolvadását. Németországban mi ezt ipar 4.0-nak hívjuk.” (Merkel, idézi Digital Transformation Monitor, EC, 2017).

A fenti cél teljesítése érdekében az Ipar 4.0 úgy ragadható meg, mint valami, ami integrálja a vállalat értékteremtő tevékenységeit és az egész értékteremtési láncot a digitalizáció segítségével (KPMG, 2016:2). Majdnem szó szerint így fogalmaz a PwC is (2016a), ami az Ipar 4.0 célját úgy látja, hogy az valamennyi fizikai eszköz digitalizációjára törekszik, hogy egy digitális ökoszisztémában egyesítse azokat, az értékteremtési láncban együttműködő partnerekkel együtt. Ez a fokú integráció azonban igényli a rendszerek standardizálását (szabványosítását), hatalmas tőkeberuházást és olyan fokú bizalmat a digitális ökoszisztéma tagjai között, amely nem magától értetődő minden ország vállalati kultúrájában.

Az újabb ipari forradalmat az internet hajtja, amelynek révén nem csak az emberek, hanem a gépek is kommunikálnak egymással a kiber-fizikai rendszerben (CPS). Az Ipar 4.0 létrehozza az intelligens terméket és termelési folyamatot (Brettel et al., 2014). Ez a megközelítés leegyszerűsíti az Ipar 4.0-t a termelési folyamatra és technológiai eszközök alkalmazására, pedig az bőven teremt lehetőséget a vállalat más szervezeti egységeinek is az adatok elemzésére, felhasználására, valamint okoz szervezeti változásokat is.

Hermann és szerzőtársai szerint (2016) az Ipar 4.0 tág fogalom, és az értéklánc megszervezésének újfajta technológiáit és koncepcióit foglalja magába. Az Ipar 4.0 révén létrejön a modulárisan

strukturált okos gyár, a CPS felügyeli a fizikai folyamatokat, leképezi a fizikai világot a virtuális világba és decentralizálja az operatív döntéshozatalt (autonóm gépek). Habár Herman értelmezésében már találunk utalást a szervezeti változásokra (értéklánc), még ez a megközelítés sem közvetíti azt, amit a legfontosabb, hogy teljesen újra kell gondolni a vállalati stratégiát és üzletmenetet.

A negyedik ipari forradalom a technológiák fúziója, amely elmosza a határvonalakat a fizikai, digitális és biológiai szférák között (Schwab 2016). Rákényszeríti a vállalatokat, hogy a folyamatos innováció érdekében kombinálják a technológiai megoldásokat, amely pedig szükségessé teszi azt, hogy a felsővezetés újragondolja az üzletvezetés menetét.

A bemutatott meghatározások egyetértenek abban, hogy az Ipar 4.0 áthatja az egész vállalati értékláncot – igaz legtöbbször az értékláncot a termelésre, esetleg logisztikával kiegészítve az operációra értelmezik. Kiterjedése túlnőhet a vállalat határain, átfogva az ellátási láncot vagy még tágabb értelemben az ellátási hálózatot. Újfajta, hálózatba kötött technológiai eszközökre épít (pl. szenzorok, RFID), és új eljárásokat (pl. adatelemző szoftverek, felhő, programozás) tesz szükségessé, amely újfajta képességeket igényel a vállalattól (pl. folyamatos innováció, life-long learning, bizalom, adatmegosztás) és ez akár új üzleti modellek kialakítását is szükségessé teheti. ***Az Ipar 4.0 tehát egy olyan jelenség, amely technológiai eszközök, tevékenységek összessége révén, a digitalizáció adta lehetőségek kiaknázásával magas szintre emeli a folyamatok átláthatóságát és integrálja a vállalati értékláncot és az ellátási hálózatot, új szintre emelve a vevői értékteremtést.***

Az, hogy a változás milyen gyorsan megy majd végbe, az attól függ, milyen ütemben fejlődik tovább a technológia, milyen lesz majd annak elfogadottsága, és mekkora hajlandóság lesz a beruházásra – utóbbi pedig erőteljesen a berendezések, szoftverek árának csökkenésén múlik (KPMG, 2016). A legnagyobb fejlesztések szükségképpen az eszközök által termelt és a rendszerekben keletkező hatalmas mennyiségű adat tárolására és feldolgozására szolgálnak. A PwC (2016a) felmérése szerint, amelyben 26 ország 2000 szakemberét kérdezték meg, a kilenc legnagyobb iparágat (ipari gyártás; építőipar; vegyipar; elektronikai ipar; szállítás és logisztika; autóipar; fémipar; erdészet, papír- és csomagolóipar; repülés, védelem és biztonság) megcélózva, adatelemzésben még jócskán van hová fejlődniük a vállalatoknak. A megkérdezettek mindössze 18 százaléka tekinti adatelemzési rendszereit fejlettnak, és több mint felük szerint hiányzik szervezetükben az a tudás és kompetencia, amely az adatok feldolgozása és az információ hasznosítása révén előnyhöz juttatná a céget. A MTA SZTAKI 2017-ben készített egy felmérést a magyarországi vállalatok Ipar 4.0 felkészültségéről és ez által a nemzetgazdaság helyzetéről. A 191 kitöltő vállalat 70 százaléka kiemelkedően vagy nagyon fontosnak tartja versenyképessége szempontjából az Ipar 4.0-t, és ám mindössze 46 százalékuk elemzi tudatosan a keletkezett adatokat (Nick, 2017). A digitalizálás élenjárói *Japán, Korea, valamint Németország* – a

gyorsan öregedő társadalom és fogyó munkaerő következtében fellépő innovációs nyomás és Németországban a meghirdetett High Tech Stratégia miatt (PwC, 2016a:23).

A PwC kutatásában az egyes iparágak ipar 4.0 beruházásait is vizsgálta, és azt találták, hogy a legnagyobb beruházások az elektronikai iparban vannak és várhatók is a jövőben, 2020-ig mintegy 243 milliárd dollár értékben évente. A második helyen az építőipari tervezés és kivitelezés áll, hasonlóképpen 2020-ig a várható éves 195 milliárd dolláros beruházással, míg a harmadik helyen áll az ipari gyártás, amely területen a közeljövőben 177 milliárd dollárt költenek majd beruházásra a vállalatok évente, a tanácsadó cég jelentése szerint (PwC, 2016a). A felmérés eredményei azt mutatják, a beruházások megtérülése igen kedvezőtlen. A legtöbb cég úgy látja, a befektetett pénzt két éven belül megtérülhet, de a válaszadók kevésbé optimista egyharmada is 3-5 éves megtérülési idővel számol (PwC, 2016a).

Habár az Ipar 4.0 elsődleges megjelenési helye a termelés, a dolgozatban rá kívánok mutatni, hogy a vállalat más működési területeinek is nyújt kiaknázható lehetőségeket, nem csak a termelésből származó adatok elemzése, hanem termékből, a partnerektől származó információk sokasága. A következő fejezetben áttekintem, mik is alkotják azt a technológiát, amelyre ilyen hatalmas összegeket fordítanak majd tömegesen a vállalatok a közeljövőben.

## 2. Mi indukálja az újabb ipari forradalmat?

Az Ipar 4.0 ma egy buzzword: mindenkit foglalkoztat. Azokat a fejlesztéseket, amelyet ennek égisze alatt a vállalatok megtesznek, részben a vevői igényeknek való minél hatékonyabb megfelelés indukálja, részben pedig, hogy lépéselőnyre akarnak szert tenni a versenytársakhoz képest. A gyorsan változó vevői igények miatt a termék életciklus lerövidül, ezért folyamatosan kell dolgozni a *termék és az előállításához szükséges technológia innovációján*. Nemcsak magát a terméket kell időről-időre megújítani, hanem egy olyan termelési technológiát is ki kell alakítani, amely rugalmasan változtatható az újabb és újabb vevői termékspecifikációk mentén, lehetőséget ad a testre szabásra, és a termékek közötti átállási idő is drasztikusan csökken. Ki kell dolgozni ugyanakkor a pótalkatrész ellátás metodikáját is, hiszen pl. autóiipari termékek esetében a szériagyártáson túl az életciklus még évtizedekig elnyúlhat. A rugalmassá váló gyártás és a vevői igények egyre nagyobb mértékű figyelembe vétele azt eredményezi, hogy nagyon magas számú termékvariáns kerül gyártásra, amely mind egyedi beállítást, azonosítást és nyomon követést igényel (KPMG, 2016).

A válasz ezekre a kihívásokra, amelyet a digitalizáció és a hálózati működés révén meg tud valósítani az Ipar 4.0 vállalata, hogy szimulációk és gyors prototípus gyártás (pl. additív termelési technológia által) révén lerövidíti a fejlesztés és piacra vitel idejét, gyors és rugalmas gyártósorai révén mindig annyit és olyat termel, ami a vevőnek éppen kell. Mivel azonnal rendelkezésére állnak a termelési adatok, olyan döntéseket tud hozni, amivel a hatékonyságot és a magas minőséget tudja biztosítani. Végül magának a *szervezetnek is meg kell újulnia*, hogy a változásokhoz való alkalmazkodás, az információ feldolgozás és döntés hasonlóképpen gyors folyamatok lehessenek.

A jövő gyára intelligens és teljesen integrált módon, rugalmasan és hatékonyan állít elő termékeket. A korábban elkülönülő és autonóm alkalmazások egy integrált hálózatba foglalva egységes rendszert fognak képezni. Decentralizáció meg végbe a döntési folyamatokban, és lehetővé válik a real-time önálló döntés a gépek szintjén, és az aktuális adatokon nyugvó, rugalmas döntéshozatal a termelési folyamatokról. Ehhez szükséges a hagyományos üzleti szemlélet és megoldások újragondolása, a digitalizáció a megoldás-alapú működés új értelmezését hozza el (KPMG, 2016). Meg kell találni a módját, hogy ezen adatok feldolgozásából, elemzéséből más vállalati területek is hasznos információhoz jussanak. A termékek, termelési eljárások jobb megfigyelése a beszállítókkal kialakított kapcsolatot is magasabb szintre tudja emelni, továbbá a kontrolling és pénzügy tervezés is nagyobb pontosságot, ez által megalapozottabb döntéshozatalt tud megvalósítani. A változásokat pedig a folyamatosan növekvő vevői elvárások fogják kikényszeríteni, a vállalatoknak ezekre kell majd gyors, és nagyon is testreszabott válaszokat adniuk.

A negyedik ipari forradalom révén a termelő iparágak számottevő hatásokkal számolhatnak: lényegesen csökkenni fognak a készletek, a logisztikai és anyagkezelési költségek, rövidebbek lesznek az átfutási idők és ritkábban fordul majd elő hiány a kiszállításban. A PwC felmérése szerint az értékteremtő folyamatok költségeiben a cégek a jövőben várható évi 3,6 százalékos költségcsökkenést realizálhatnak (átfutási idők csökkenése, jobb eszköz kihasználás, jobb termékminőség), cserébe a következő években éves bevételük mintegy 5 százalékát digitális képességeik és eszközeik fejlesztésére kell költeniük (PwC, 2016).

### 3. Alapkövek

Ebben a fejezetben azt vizsgálom, az egyes tanácsadó cégek és kutatók mit tekintenek az Ipar 4.0 megvalósítás alapköveinek. Ezek egyrészt eszközök, másrészt módszerek, folyamatok, rendszerek, amelyek egy, a negyedik ipari forradalom lehetőségeit kihasználó, élen járó vállalat gyakorlatát képezik.

A PwC (2016a) közöl egy listát azokról az elemekről, amelyek szerinte az Ipar 4.0 megvalósítását szolgálják. Három szintjét értelmezi az eszközök alkalmazásának. Az első szinten a termelési folyamat digitalizációja zajlik, a másodikon új termék-szolgáltatás portfólió kidolgozása, majd pedig a mindezek kiterjesztése a partnerkapcsolatokra is. Az egyes szinteken felsorolt eszközök egyszersmind a vállalat digitalizációjának kellékei is.

- 1: A belső és külső értéklánc digitalizációja és integrációja: mobil eszközök, felhő-alapú szolgáltatások, IoT platformok.
- 2: A termék és szolgáltatás portfólió digitalizálása: kiterjesztett valóság, többszintű vevői interakciók és vevői profil alkotás, big data elemzések és fejlett algoritmusok, okos szenzorok.
- 3: Az üzleti modell és a vevő elérés digitalizációja: 3D nyomtatás, azonosítás és visszaélések feltárása, magas szintű ember-gép interfészek, helymeghatározó technológia.

Herman és szerzőtársai (2016) az 50 tanulmányra kiterjedő irodalomelemzésük révén négy alapvető eszközt azonosítottak, amely szükséges az Ipar 4.0 vállalaton belüli megvalósításához. Ezek a CPS, az Internet of Things, az Internet of Services és a Smart Factory. Ezek is önmagukban átfogó kategóriák és nem nevesítik azokat a konkrét technikai eszközöket (pl. szenzor), ami által a CPS működhethet.

Rüssman és szerzőtársai (2015) kilenc olyan technológiát gyűjtöttek össze, amelyek a negyedik ipari forradalom élenjáró vállalatait jellemzik. Ezek között találunk technikai eszközöket és módszereket is:

- autonóm robotok
- szimuláció
- horizontális és vertikális rendszer integráció
- Ipari IoT
- kiberbiztonság
- felhő-alapú szolgáltatások
- additív termelés (3D nyomtatás)
- kiterjesztett valóság
- big data elemzés.

Látható, hogy míg a PwC csoportosította, Herman és társai valamint Rüssman és társai esetében a technológiai eszközök és módszerek vegyesen jelennek meg. Én jobbnak találom csoportosítani az összetartozó eszközöket és módszereket, és részletesen áttekinteni az Ipar 4.0 jelenségeit.

Wang és szerzőtársai szerint (2016a) az Ipar 4.0 megvalósításához szükség van (1) az értéklánc horizontális integrációjára, (2) hálózatba kapcsolt gyártási rendszerre és vertikális integrációra, továbbá (3) a műszaki tervezés end2end digitalizációjára az egész értéklánc mentén. Vannak szerintük olyan feltörekvő technológiák, amelyek ezek megvalósítását támogatják, így az IoT, a vezeték nélküli szenzor hálózatok, a big data, a felhő-alapú szolgáltatások, a beágyazott rendszerek és a mobil internet.

Wang és társai (2016a) cikkének esetében már megjelenik az a megközelítés, amelyet én is követni fogok, hogy szétválasztom azokat a technológiai eszközöket, amelyek lehetővé teszik a digitalizációt és az integrációt, és azokat az újfajta módszereket, eljárásokat és folyamatokat, amelyek megvalósítása révén egy vállalat a negyedik ipari forradalom éllovasa lesz.

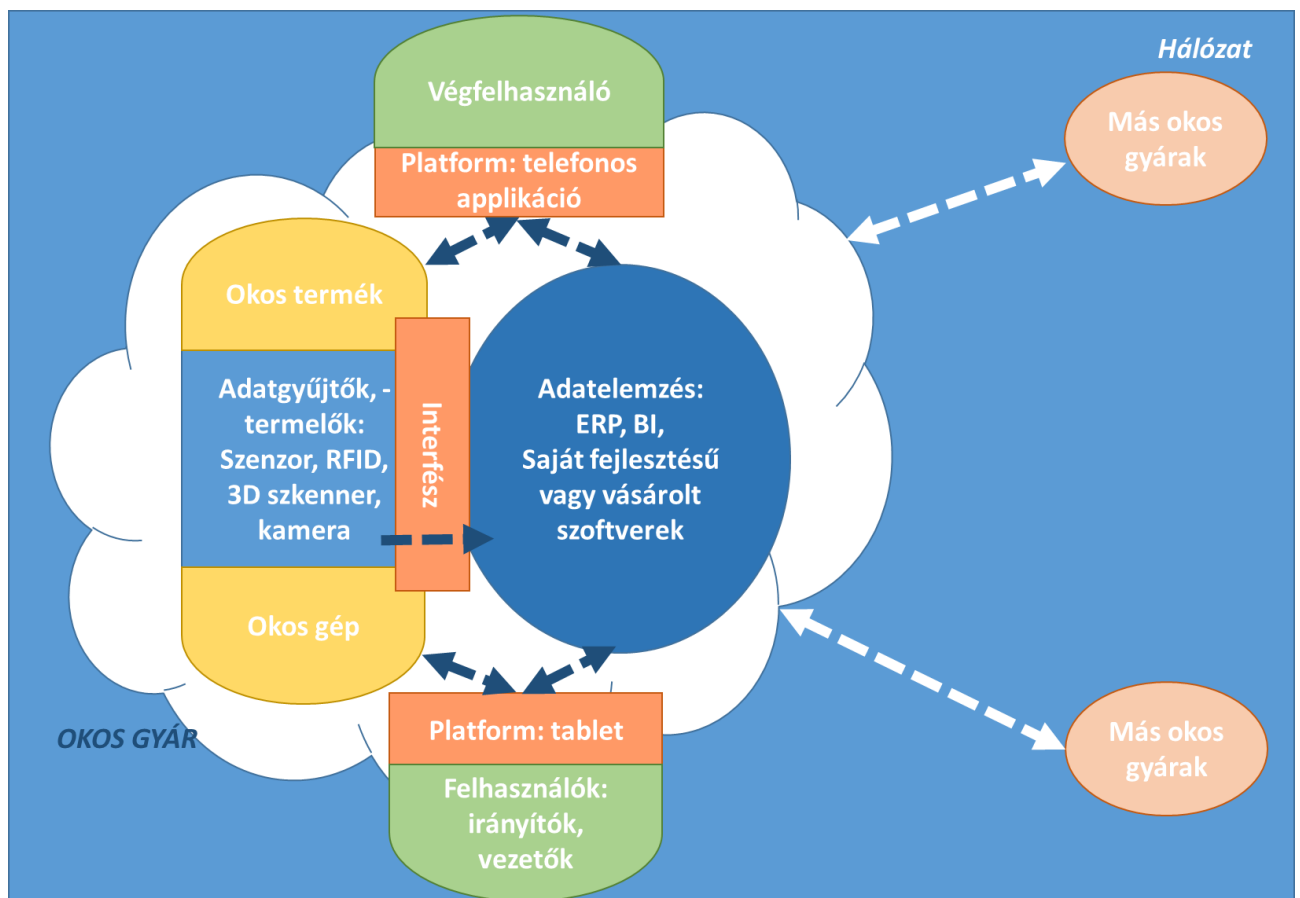
Az Ipar 4.0 megvalósításához nélkülözhetetlenek olyan eszközök, amelyek az adatokat generálják, létrehozva a big datát, ilyenek a szenzorok, az RFID chipek, 3D szkennerek, kamerák, robotok. A gépek és az emberek interfészek segítségével kommunikálnak, leggyakrabban real-time módon. További eszközök gyűjtik, tárolják és elosztják az adatokat, mint például a felhő, a helyi adattárházak, ERP rendszerek. Kellenek olyan platformok, amelyek közös alapot adnak mindezen gépeknek és eszközöknek, illetve olyan standard, vagy mindeztől leggyakrabban házon belül fejlesztett szoftverek, amelyek a keletkező adatokból leszűrlik a releváns információt (pl. adatbányászat és adatelemzés, szimulációk, algoritmusok) és azokat a felhasználók számára kényelmes módon és eszközön, azaz platformon (tablet, mobil telefon) jelenítik meg. Maga az eszköz tehát, amely megjeleníti a kezelőfelületet, nem speciális, lehet akár a dolgozó mobiltelefonja is, lényeg, hogy könnyen vizualizálható legyen a számára szükséges információ. Mindez azért különlegesen izgalmas, mert valóban már alacsony költségen hozzáférhető, és a legtöbb ember zsebében ott is lapuló okostelefon is az összeköttetés és kontroll eszközévé válhat.

Az integrációt a fenti „dolgozók” valamennyi darabjának internet/hálózati csatlakozása és egymással való valós idejű összekapcsolódása hozza létre.

A fent felsorolt eszközök, módszerek és eljárások jelenléte egy vállalatnál szükséges ahhoz, hogy az elinduljon a negyedik ipari forradalom generálta fejlődés útján. Szükséges azonban a korábbi szerzők által is említett megközelítési módban bekövetkező változásra, újfajta gondolkodás, lépésről lépésre:



1. Az eszközök, technológiák alkalmazása, hálózatba kötése, a teljes vállalati üzleti folyamat átláthatóságának biztosítása érdekében;
2. horizontális integráció, amely a vállalaton belüli tevékenységi területek szoros, real-time összeköttetését és együttműködését jelenti;
3. vertikális integráció, amely elsődlegesen az ellátási láncban, később az ellátási hálózatban együttműködő partnerekkel való együttműködést, digitális összeköttetést foglalja magába;
4. az üzleti modell újragondolása a vevőközpontúság jegyében, akár a szervezeti struktúra átalakításával.



1. ábra: A digitális ökoszisztéma (saját szerkesztés)

Az 1. ábra megpróbálja összefoglalni azokat a technológiákat és folyamatokat, amik a digitális ökoszisztémában zajlanak. Ahogy már volt szó róla, az egész alapja olyan kis szerkezetek, adattermelő, -tároló, -továbbító alkatrészek, amelyek a gépekbe és vagy termékekbe építve valamilyen szempontból megfigyelik a termék vagy a termelés egy-egy mozzanatát. Ezek az adatok a felhőbe (vagy a vállalati adattárházba) kerülnek, és valamilyen interfész által importálhatók a vállalati ERP, BI (business intelligence – vevő, piac elemzés) vagy bármilyen más szoftverekbe, ahol az elemzésüket

automatikusan vagy emberi munkavégzés révén elvégzik. Az elemzett adatok felhasználóbarát módon megjelenítve – akár saját fejlesztésű számítógépes program, akár pl. okostelefonra fejlesztett applikáció segítségével – elérhetővé válnak vagy a különböző szintű vállalati döntéshozók számára, összetettség és hozzáférési jogosultság alapján, vagy éppen a terméket használó fogyasztónak. Az információ továbbítása révén pedig valamilyen döntés, jóváhagyás vagy beavatkozás történik – akár automatizáltan is. Ha a digitalizáció révén ilyen összetett integráció jön létre, azt nevezzük a „jövő gyárának” vagy az „okos gyárnak”, amely képes a termelési és működési folyamatok folyamatos optimalizálására, pontos adatokra alapozott döntések által. Ha a vállalati határokon kitekintünk, és az adatok okos gyárak között is megosztásra kerülnek, akkor beszélhetünk a digitális ökoszisztémáról. Ez a digitális ökoszisztéma nem csak egy vállalatcsoport tagvállalatait foglalhatja magába – mert habár ez is nagyon nagy lépés és fontos a vállalati folyamatok és optimalizálás szempontjából – az igazán nagy lépés a beszállító és vevő partnerek integrációja, ami egy nagyon átfogó optimalizálási lehetőség és még hatalmasabb bizalmi és biztonsági kérdés.

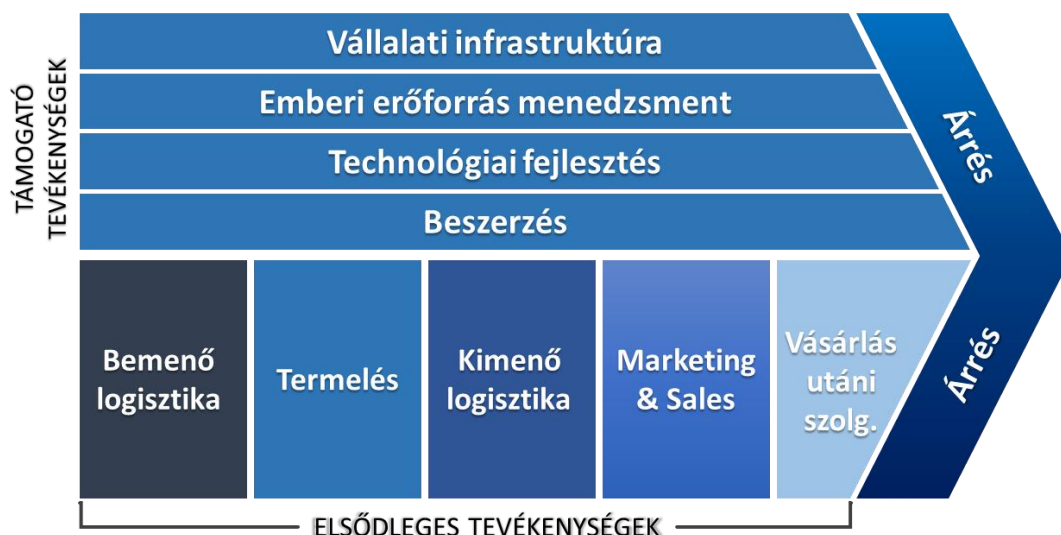
A fejezetben bemutatott technológiai fogalmak rövid meghatározásai az 1. számú mellékletben olvashatók.

#### 4. A porteri értéklánc és az Ipar 4.0

Ebben a fejezetben röviden bemutatom Porter értékláncát, majd annak egyes elemei esetén az Ipar 4.0 hatását. **A negyedik ipari forradalom az egész vállalatra hatással van**, nagyon fontos tehát áttekinteni, melyik része hogyan képes kihasználni a digitalizáció nyújtotta lehetőségeket. Ennek strukturált bemutatásához volt szükség egy olyan elméletre, amelyben a vállalat központi folyamata a vevői értékteremtés, hiszen a jelen ipari forradalom is elsőként ennek elemeire, legfőképpen pedig először a termelésre gyakorol nagy hatást. Nem szabad azonban megfedkezni az értékteremtést támogató vállalati tevékenységekről, és hogy ezek hogyan profitálhatnak az Ipar 4.0 vívmányaiból.

Porter értéklánc (value chain) koncepciója (1985) szerint egy vállalat versenyelőnyét nem lehet általánosságban vizsgálni, meg kell érteni belső felépítését, vagyis az egyes elemek miként járulnak hozzá ahhoz, hogy a terméket vagy szolgáltatást a versenytársaknál olcsóbban vagy magasabb minőségben sikerül előállítani. Az értéklánc megközelítés egy lehetséges módja a vállalat belüli tevékenységek rendszerezésének és a versenyelőny forrása megtalálásának.

Nemcsak a különböző iparágak vállalatainak értéklánca különbözik, hanem még egyazon iparágban is más és más az egyes vállalatok által kialakított értéklánc felépítése. Ez a felépítés függ a vállalat stratégiájától, annak megvalósításától és tradíciójától. Az érték, amit a lánc teremteni igyekszik az az összeg, amennyit a termék (szolgáltatás) a vevőnek megér. Ennek az árnak meg kell haladni a költségeket, ez minden vállalat életben maradásának alapja. Az érték alapú szemlélet, azaz a vevő igényének megértése és kiszolgálása a vállalati stratégia alapja (Porter, 1985).



2. ábra: Porter értéklánca (Porter, 1985 in Chikán, 2017: 181)

Porter megkülönbözteti az elsődleges, a vevői értékteremtésben primer szerephez jutó tevékenységeket, és a támogató tevékenységeket, amelyek a vállalat mindennapi működését segítik elő, és valamennyi elsődleges tevékenység megvalósulására hatással vannak.

Az elsődleges tevékenységek, bármilyen ipari tevékenységről legyen is szó, általában a bemenő logisztika, termelés, kimenő logisztika, marketing-sales és a (vevőknek nyújtott, jellemzően értékesítés utáni) szolgáltatások. Támogató tevékenységek közé sorolja Porter a beszerzést, a technológiai fejlesztést, az emberi erőforrás gazdálkodást és a vállalati infrastruktúrát.

Meg kell jegyezni azonban, hogy bár a feldolgozott irodalmak használják az értéklánc kifejezést, ám gyakran nem Porter-i értelemben. Egy részük értéklánc alatt csupán az elsődleges (Rüssmann et al., 2016) - egyes esetben csak a termelést és logisztikát -, de mindenképpen a vállalati határokon belüli folyamatokat érti (Szalavetz, 2016). Mások az ellátási lánc vagy akár az ellátási hálózat szereplőit is beleértik a fogalomba (Deloitte, 2015; Hermann et al., 2016; KPMG, 2016; PwC, 2016a; Wang et al., 2016a). Én a továbbiakban az *értéklánc* kifejezést a vállalaton belüli folyamatokra fogom használni, ezen belül a logisztikai és termelési folyamatok *értékteremtő folyamatok* néven is említésre kerülhetnek. Ellátási lánc vagy ellátási hálózat kifejezést akkor fogok használni, amennyiben a vállalati határokat átlépő reálfolyamatokról lesz szó.

A következőkben ezeket a tevékenységeket vizsgálom meg, hogy az Ipar 4.0 miként gyakorol hatást rájuk.

#### 4.1 Az Ipar 4.0 egyes értéklánc elemekre gyakorolt hatása

Ennek a fejezetnek a célja, hogy az értéklánc valamennyi elemén végig haladva áttekintse azokat a legfontosabb hatásokat, változásokat, amelyek a jövőben érzékelhetők lesznek az adott területen.

##### 4.1.1 Termelés

Az Európai Bizottság azt a célt tűzte ki maga elé, hogy a termelés EU-s GDP-ből való részarányát a jelenlegi 15 százalékos szintről 2020-ra 20 százalékra növelik. Ez a jelenlegi termelési technológia mellett lehetetlen. Számokban azt jelentené, hogy ahhoz, hogy elérje EU-ban az ipar részaránya a 20 százalékot, 500 milliárd Euró hozzáadott értéket és hatmillió munkahelyet kellene teremteni (Roland Berger, 2014). Ez a cél inkább 2030-ra tűnik elérhetőnek. Ekkor sem úgy, hogy a jelenleg Kínában gyártott terméket ezentúl egy európai ember gyártja majd, hanem sokkal inkább egy európai robot, amelyet egy európai mérnök programoz majd, újfajta, magasabb hozzáadott értékű munkahelyeket hozva létre. Komoly a veszélye tehát, hogy a magasfokú automatizáció a betanított, alacsony értékteremtő képességű munkák, munkakörök jelentős részét – ha nem valamennyit – ki fogja váltani

(Frey-Osborne, 2017), nagy jelentősége lesz ezért annak, hogy a munkaerőpiac hogyan készül fel ezen dolgozók más területeken való tovább-foglalkoztatására, milyen új szolgáltató iparágak jönnek létre pl. adatelemzésre, és ehhez nagy szükség lesz átképzésére, a modern kor technikai vívmányainak megfelelően.

A termelő szektor nagyon fontos az Unió számára, hiszen aktivizálja a kutatási és innovációs tevékenységet, a termelékenységet, állásokat teremt és exportot biztosít. Itt keletkezik az innovációk 80 százaléka, és az export 75 százaléka (Roland Berger, 2014).

A vevő számára teremtett érték ugyanakkor átalakul (PwC, 2016a). A terméket immár kiterjesztett értelemben kell érteni, amely digitális elemekkel van felszerelve, pl. szenzorral vagy kommunikációs eszközzel (RFID), amely jelzést küld annak aktuális állapotáról. A fejlődés azonban abba az irányba mutat, hogy az okos terméket adatelemzés jellegű szolgáltatásokkal is ki kell egészíteni, és komplett megoldást kell a vevőnek nyújtani. A Babolat pl. olyan teniszütőt fejlesztett ki, amelynek szenzorai érzékelik, az ütés erejét, az ütő függőleges és vízszintes állapotát, a mozgás irányát és sebességét. A felhasználó az edzés végén ezen adatokat letöltve a telefonjára elemezheti és fejlesztheti saját játékát (Diallo, 2014).

Az értékteremtés tovább fokozható, ha az adatelemzés és az adat alapú szolgáltatások kerülnek a középpontba. Ekkor már nem csak a termékre vonatkozó, gyártóhelyen elérhető adatokat elemzi a vállalat, hanem egy közösen kialakított platform segítségével hozzáfér vevője (partnerei) adataihoz és azok elemzését is átvállalja. A PwC (2016a) szerint a legmagasabb szintje a gyártó-vevő együttműködésnek és a vevői értékteremtésnek, ha a gyártó mintegy Integrált Digitális Ökoszisztéma Szolgáltatóként lép fel, amely azt jelenti, hogy az ellátási láncban résztvevő valamennyi szereplő adatait kezeli, elemzi és ez alapján vezérli a vevő számára optimális folyamatokat és az igényeinek megfelelő termék elkészültét.

A termékbe beépülő technológiai elemek (szenzor, mikroprocesszor, adattároló, valamilyen szoftver vagy akár operációs rendszer) lehetővé teszik, hogy azok egyre komplexebb szolgáltatásokat nyújtsanak a vevőnek. A PwC-vel szemben Porter és Heppelmann (2014) az alapján különböztetik meg négy szintjét a termékbe épülő szolgáltatásoknak, hogy azok milyen mértékben teszik lehetővé az autonómiát arra, hogy a termék vagy a gép jelzést küldjön, és beavatkozzon a termelési folyamatba. Az ő kategóriáik: monitoring, kontroll, optimalizálás és autonómia, amelyek egymásra is épülnek.

Az okos termék első szintje, hogy a termék képes adatot szolgáltatni saját maga megfigyeléséről (**monitoring**), amely során állapotáról, a megmunkálás folyamatáról, külső környezeti hatásokról küld

adatokat. Ebben az esetben a normálistól való eltérés esetén jelzést küld a kezelőnek, aki a beavatkozásról dönthet. Ide tartozik az is, amikor a vevő nyomon követheti termékének elkészültét, kiszállítást. Az adatok kiválóan hasznosíthatók a terméktervezés folyamatában, piacszegmentáció során, vásárlás utáni szolgáltatásokban (pl. mit kell szervizelni, vagy jogos-e a garancia igény), illetve növelheti az eladásokat is, ha olyan funkciók tárnak fel a használat során, amelyekre még szüksége volna a vevőnek (Porter-Heppelmann, 2014).

A második szint az okos termékek esetében, amikor a megfigyelés eredményeképpen beavatkozás is történik (**control**). A megfigyelt adatok alapján a rendszer észleli az eltérést, és vagy az eszközbe vagy a felhőbe telepített algoritmus vagy parancs végrehajtásra kerül (Porter-Heppelmann, 2014). Erre példa lehet a Porter és szerzőtársa által említett led lámpa, amelynek fényereje okostelefonról vezérelhető, emberi részvétel segítségével.

A harmadik fokozat az amerikai kutatók szerint az **optimalizálás**. Ekkor már nemcsak az aktuális megfigyelési adatok és beépített kontroll eszközök állnak rendelkezésre, hanem további szoftverek segítségével historikus adatok is bevonhatók az elemzésbe, amely által nagymértékben javítható az előállított gyártási mennyiség, a hatékonyság és a kihasználtság (Porter-Heppelmann, 2014). Gondoljunk csak arra, egy a terméket gyártó szerszám élettartamának, karbantartásának tervezése lehetővé válik, ha figyeljük a legyártott mennyiséget, az elkészült termék fizikai paramétereit. A legkisebb eltérést észre lehet venni egy 3D szkennelssel, amely megtervezi a karbantartás szükséges időpontját, és adott esetben alacsony költséggel, a lehető legkevesebb állásidővel még az előtt beavatkozásra készíti, mielőtt selejtes termékeket kezdene gyártani. Ezt a megoldást az egyik interjúban szereplő vállalat anyavállalata is alkalmazza, és az esettanulmány részben be is mutatom.

A negyedik fokozat az **autonóm termék** (Porter-Heppelmann, 2014). Az autonóm termékek algoritmusokat használnak, hogy elemezzék saját és környezetük (más termékek és rendszerek) adatait, kommunikáljanak velük és ennek megfelelően szabályozzák működésüket. Az emberi operátor ekkor már csak felügyeli a működést. Egy ilyen megoldásnak tekintenek a szerzők egy olyan robotporszívót is, amely szenzorokat használ, hogy a helység adottságait és a padlót felmérje és kitakarítsa. Az okosabb termékek tanulni és képesek, meg is jegyzik környezetüket, diagnosztizálják saját szerviz szükségletüket, és igazodni tudnak felhasználójuk igényeihez. Általuk olyan helyen is lehetővé válik a munkavégzés, ahol az embernek nehéz vagy veszélyes lenne. A szerzők egy bányaipari társaság rendszerét említik, amely önállóan végzi a kitermelést, egy, a felszínen dolgozó ellenőr felügyelete alatt.

A termékek mellett a folyamatok is változnak. A termelésben erősödik a termék egyedisége, miközben a termelési folyamat(ok) rugalmassága is nő, amelybe egyre intenzívebben vonják be a vevőt és más üzleti partnereket, így a vállalat már nem csak egy magas minőségű termék felkínálására lesz képes, hanem egy magas szintű szolgáltatás is fog hozzá kapcsolódni (KPMG, 2016).

A termelésben olyan új eljárások honosodnak meg, mint a gyors termelés (rapid manufacturing) vagy az additív termelés (additive manufacturing). Ezek olyan eljárások, amely során vagy a termelősort alakítható át nagyon gyorsan szükségleteknek megfelelően (Bosch Plug&Produce rendszere), vagy a termékek 3D CAD modellek alapján készülnek, nem gyártósoron haladnak keresztül, hanem egy egységen belül zajlik le a gyártás (3D nyomtatás) (Brettel et al., 2014). Ezek a módszerek jelenleg egységköltségben még nem versenyképesek a hagyományos termelési rendszerekkel szemben, ám például a prototípus gyártás folyamatát lényegesen felgyorsítják.

A termékekben és a termelési folyamatban bekövetkező innovációk lehetővé teszik az optimalizált termelést, a hatékonyság növekedését és az állásidő, hibák, selejt drasztikus csökkentését (Porter-Heppelmann, 2015). A fejlesztések hozzájárulnak továbbá a nem tervezett leállások csökkenéséhez, a tervezett karbantartásokkal a felszerelések élettartamának növeléséhez (Deloitte, 2015).

Mindezen körülmények elvezetnek bennünket az okos gyárhoz, amelyben a termékek kommunikálnak a környezetükkel, és befolyásolni tudják az termelési rendszer beállításait. Azaz a vevői igények változásának eredményeképpen egyes termelési lépések kivehetők, betehetők, vagy átállítást igényelhet, hogy az elkészülő termék valóban teljesítse az elvárásokat. Az Átállítható Gyártási Rendszer (Reconfigurable Manufacturing System, RMS) lehetővé teszi a vállalatoknak, hogy gyorsan alkalmazkodjanak a megváltozó gyártási igényekhez, költségtakarékos módon. Ennek érdekében érdemes a termelő berendezéseket rugalmasan, könnyen átállítható módon kialakítani, pl. egyes modulok igény szerint legyenek fel- vagy leszerelhetők (Wang et al., 2016a).

Az EU iparosítási törekvéseivel egyidőben paradigmaváltás is bekövetkezik. A központosított termeléstől a helyi (local) termelés felé (KPMG, 2016) mutat a trend, azaz egy-egy magas szinten testre szabott, magas hozzáadott értékű termék egy helyen készül, lehetőleg közel a vevőhöz.

A digitalizáció vívmányainak kihasználásához, versenyelőny eléréséhez jó minőségű adatokra és kiváló elemzésre van szükség. Helyes döntéseket ugyanis csak erre lehet alapozni. A jó minőségű adat négy ismérve Hazen és szerzőtársai (2014) szerint a pontosság, az időszerűség, a konzisztencia és a teljesség. A rossz minőségű adatok okozta költségek ugyanis az árbevétel 8-12 százalékára is rúghatnak.

A termelésben az adatelemzésnek a közvetlen beavatkozáson, döntéshozatalon kívül számos más felhasználási területe is van. Elemzésekkel lehet támogatni a saját eszközpark karbantartásának, javításának tervezését, és a partnerekkel megosztva közös döntések is hozhatók. Az együttműködés révén új termék-szolgáltatáscsomagok, fejlesztett folyamatok érhetők el. Az elemzéseknek az előre tekintést is támogatniuk kell, hogy milyen irányba fejlődik a piac, milyen a vevői magatartás és hogyan lehet és kell a termékeket és szolgáltatásokat ezeknek megfelelően tovább fejleszteni (PwC, 2016a).

#### 4.1.2 Logisztika

A negyedik ipari forradalomban élenjáró vállalat logisztikai folyamatait a digitális technológia ugyancsak meg tudja támogatni. Különösen fontos ez a terület, hiszen alapvetően képes befolyásolni a vállalat üzleti teljesítményét és a vevői elégedettséget. A logisztikai és ellátási lánc folyamatokban számos helyen keletkezhet hatékonytalanság, veszteség, gondoljunk csak a késedelmes szállítmányokra, az emelkedő üzemanyag költségekre (Wang et al., 2016b). A szenzorok alkalmazása a folyamatokban megteremti átláthatóságot és rugalmasságot, amennyiben az adatok (mobil) interneten keresztül felkerülnek a felhőbe, és a partnerekkel megosztásra kerülnek, mert ez által biztosítható a rendszerszintű optimalizálás. Ezek révén az értékteremtő folyamatok teljes mértékben valós időben nyomon követhetővé válnak, lehetőség van a kivételes esetek kezelésére, a mobil eszközök használatával, mobil ember-gép platformok létrehozásával kiváltható a papír a munkafolyamatokban, a megfelelő szoftverfejlesztéssel pedig mindezek adatai elemezhetők és a folyamatfejlesztés érdekében felhasználhatók (PwC, 2016b).

Ha áttekintjük a vállalati logisztikai rendszer részfolyamatait számos alkalmazási lehetőséget találunk. A raktár a vállalati ICT és tervezési rendszerbe kapcsolódva folyamatosan láthatja a várható termelési igényeket, valamint a feladott beszerzési megrendeléseket. Ezek alapján megtervezheti saját kapacitásait és erőforrásait, hogy felkészüljön a várható beérkezés fogadására, tárolására, a termelés kiszolgálásának lépéseire, igényeire. Output oldalon pedig megint csak a termelési terv szolgál alapul a várható késztermék készletek, raktári helyek, kiszállítások kalkulálásához. Így a logisztikai kapacitásstervezés a termelésstervezéssel egy időben valósulhat meg, annak real-time adataira támaszkodva szolgáltatathat folyamatosan aktuális képet.

A logisztikai folyamatok gépesítése, automatizálása, robotizálás is sokat fejlődött az elmúlt években. Nem csak az áru rakodása, hanem a komissiózás terén is egyre több, az emberi munkavégzést támogató sőt, kiváltó megoldással találkozunk. Ezekbe a rendszerekbe épített Ipar 4.0 megoldások, pl. szenzorok hozzá tudnak járulni a dolgozó munkavégzés teljesítményének figyeléséhez, fejlesztéséhez.



A raktározás és anyagmozgatás során a korábbi valós idejű adatokból a WMS rendszer pontosan tudni fogja, mire, hol, mikor van szükség, milyen beérkezés várható akár a beszállítóktól, akár az elkészült végtermékből. A raktári tevékenységek jelentős része robotizálható (ki- és berakodás), a kiterjesztett valóság a komissiózásban alkalmazható. A társosztályokkal és a külső partnerekkel való folyamatos összeköttetés mindezen folyamatok tervezésére van kedvező hatással. Az új technológiák alkalmazása révén a felmérésben megkérdezett logisztikai vállalatok értékteremtő folyamatainak költségeiben évi 3,2 százalékos csökkenést várnak az elkövetkező években (PwC, 2016b).

A logisztikai folyamatok egyik kritikus pontja maga az áruszállítás. A teljes operációs folyamat átfogó tervezése révén, a termelési tervből egyértelműen látszani fog, hogy a legyártott termékmennyiség elszállításához mekkora szállítási kapacításra lesz szükség. A termékekbe, rakományokba épített szenzorok az áru nyomon követését, a szállítás körülményeit is képesek rögzíteni, megkönnyítik az áruk azonosítását ki- és berakodáskor, jelentősen lecsökkentve annak időigényét. GPS segítségével a jármű már korábban is követhető volt, de lehetővé válik a haladás real-time áttekintése, a vezetési szokások, üzemanyagfogyasztás ellenőrzése. A FedEx az Egyesült Államokban felszerelte gépkocsivezetőit egy karkötővel, amelynek segítségével nyitják és indítják az autót. Ha az ajtóba épített szenzor megfelelő távolságban érzékeli a karkötőt, öt másodpercre kinyitja a zárat (azon az egy ajtón), így a gépkocsivezető ki-be szállhat, rakodhat, miközben mindkét keze szabad. A motor indításához is a karkötőnek megfelelő közelségben kell lennie a műszerfaltól, és ez esetben a jármű gombnyomásra indul (Schell, s.a). Ez a fejlesztés a FedExnek azért volt fontos, mert dolgozói sok időt vesztenek a kulcs keresgélésével, és rakodás közben kezüket is lefoglalja.

A logisztikai és ellátási lánc folyamatok adatainak szisztematikus elemzése lehetővé teszi a kapacitások iránti kereslet változékonyságának hatékony kezelését, és a költségek ingadozását. Ezek az elemzések nélkülözhetetlenek a stratégiai beszerzési döntésekben, az elosztási hálózat megtervezésekor, illetve a kereslet, a készletek tervezése folyamatában (Wang et al., 2016b).

#### 4.1.3 Marketing – sales

A digitális technológia számos olyan eszközt, lehetőséget nyújt, amivel a marketing-sales terület is támogatható. A megoldások egy része a pontosabb piacszegmentációhoz, a minél inkább testre szabott termék eladásához kapcsolódik. Az okos termékek információkat is küldhetnek a termék használatával, élettartamával kapcsolatosan. Más megoldások révén szorosabb vevői kapcsolatok kialakítására van lehetőség, nagyobb vevői élmény biztosítható, kötődés alakítható ki, például a termékhez kapcsolt szolgáltatások révén. A vevői élmény növelésében nyújthat segítséget vevői portálok létrehozása, ahol katalógust lehet böngészni vagy valós időben nyomon követni a korábbi

megrendelést, és a felhő alapú CRM, az online termék konfigurátor, és a dinamikus árazás segít az ügyfelek kedvében járni. A vevői életút menedzsment (Customer Journey Management) éppen azt célozza, hogy a vállalat megismerje és rögzítse jövőbeli vagy jelenlegi vásárlóinak vállalattal közös történetét, és hogy ezen az úton a különböző összekapcsolódási pontokon (internetes, telefonos, személyes találkozás) mit érzékel a vevő, és hogyan lehet az ekkor keletkező élményeket maximalizálni. A cél nyilván a legnagyobb haszon elérése mind a vevő, mind a vállalat számára, az ügyfél teljes élettartama alatt (Nenonen et al., 2008).

A termelés során a termékbe épített érzékelők adatai információt szolgáltathatnak a termék használatának sajátosságairól, körülményeiről. Ezen adatoknak a megszerzése az értékesítés számára is fontos, mivel lehetőséget teremt a termékfunkciók megfelelő irányba történő fejlesztésére, olyan termék kialakítására, amely az adott felhasználási sajátosságoknak leginkább megfelel, továbbá olyan kiegészítő termékek, szolgáltatások eladására, amelyek tovább növelhetik a vevői értéket, a felhasználói élményt. Ennek sokak által ismert példája a Tesla gépkocsi, amely folyamatos internet alapú összeköttetésben áll a gyártó központtal, küldi az önvezető autó felhasználási módjának adatait, amely segít a gyárnak megismerni, hogyan is használ a vevő egy ilyen autót, és a fejlesztések megtörténhetnek ezekbe az irányokba (Hull, 2016). Más esetben arra is felhasználható ez az adat, hogy olyan kiegészítő terméket, szolgáltatást ajánljanak a vevőnek, amely fokozza a felhasználói élményt az ő sajátos igényei szerint.

Ha áttekintjük a részfolyamatokat, a rendelések digitalizálása és a teljesítés nyomon követése az elektronikus számlázást is maga után hozhatja, hiszen pontosan nyomon követhető lesz, mi került kiküldésre a vevőnek. A reklamáció és problémakezelés is online alapokra helyezhető. Ez nem ipar 4.0 vívmány, de nagyobb hangsúly helyeződik az ilyenfajta megoldásokra. A blockchain alkalmazása a kereskedelmi folyamatokban már egy sokkal innovatívabb megoldás (PwC, 2016b). A megoldást első sorban közvetítőket mellőző pénzügyi tranzakciók oldaláról ismerhetjük (Nakamoto, 2017), de más felhasználási területei is adódnak. Ennek keretében az árut kísérő okmányok, számla és biztosítékok egyetlen digitális fájl-sorozatban egyesülnek, amelyek real-time folyamatosan frissülnek, amint azt valamely jogosult módosítja (Hammond, 2017). Ez kiváltja a közvetítőket és az árut kísérő, követő sok dokumentumot, amely így több szereplőnél több példányban egyszerre elérhető. Ezeknek fejlesztése még gyerekcipőben jár, de már neves intézmények is foglalkoznak vele, pl. a SWIFT is (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication).

#### 4.1.4 Szolgáltatások

A vevőkkel való szoros együttműködés, bizonyos tekintetben integráció, számos lehetőséget nyújt a szolgáltatásnyújtásra. Akár csak a termék okosságának szintjei, a kapcsolt szolgáltatások is különféle szintekre sorolhatók be:

A szolgáltatás alapja a termékbe épített szenzorok, érzékelők adatainak vevő számára való elérhetősége. Ez a lebonyolított interjúk alapján sem evidens kérdés: hibába van benn ugyanis a szenzor a termékben, a gyártó vállalaton kívül lehet, hogy azt más már nem használja, pedig a lehetőség meglenne rá. (Ez annak a problémacsomagnak is része, hogy nincsenek egységes szabványok, szoftverek, tehát lehet, hogy a vevő nem tudja kiolvasni az adatokat a termékből, pedig szívesen felhasználná.) Ha ezt szolgáltatásként akarja kínálni a vállalat, akkor az **első szint**, hogy az adatok eléréséhez vagy olyan adatgenerátort kell beépíteni, amit a vevő is olvasni tud. **Második szint**, ha a gyártó kínál a vevőnek az adatok kiolvasásához és elemzéshez használható szoftvert megvásárlásra vagy rendelkezésére bocsátja, a hosszú távú együttműködés reményében. A **harmadik szint**, ha éppen az a szolgáltatás, hogy a vevő már elemzett adatokat kap számítógépes vagy telefonos applikáción keresztül. Az Ipar 4.0 egyik vívmánya éppen ez, hogy a termék mellé a vevő komoly digitális szolgáltatáscsomagot is kap. A vevői igényeknek való minél teljesebb megfelelés érdekében a vásárló azokat a szolgáltatások veheti igénybe a portfólióból, amelyek számára értéket teremtenek, ám minél magasabb szintet ér el a vevő az igénybe vett szolgáltatásban, annál inkább függősége alakulhat ki a beszállítóval szemben. Ez a függőség adódhat abból, hogy a beszállító kezeli a vevő adatait, elemzi azokat és vevőnek erre kell hagyatkoznia, másrésről technológiai értelemben is, hiszen egy adatfeldolgozási módszerhez, szoftverhez kötődik, ami nem könnyen cserélhető le.

A digitális szolgáltatások egy másik módja az integrációs hub-ok működtetése a gyártók részéről, és ez is nagy értékkel bír a vevő számára. Integrációs hub-ok a gyárók által összegyűjtött digitális tapasztalat-bankok, és ha a vevő maga még nem olyan járatos az Ipar 4.0 eszközök vagy technológiák használatában, ezekben kaphat tanácsot, vehet át legjobb gyakorlatokat saját fejlődése érdekében.

#### 4.1.5 Beszerzés

*A következő alfejezetekben már az értéklánc támogató folyamatait tekintem át.* Ezek esetében már nem feltétlenül arról lesz szó, hogyan szereljük fel a folyamatot technológiai eszközökkel, sokkal inkább a korábban termelt adatok releváns feldolgozási, hasznosítási lehetőségeiről.

A termelési folyamatok digitalizációja és átláthatósága megteremti annak lehetőségét, hogy a beszerzés is támaszkodjon az elkészített előrejelzésre, termelési tervre, és az alapján végezze el a szükséges alapanyagok és részegységek megvásárlását. A real-time adatok alapján folyamatosan frissülő tervek és termelési adatok segítségével ugyanis pontosan kalkulálható, hogy hol és mekkora mennyiségű alapanyagra lesz szükség. Az alapanyagkészletek fogyásának figyelése és az automatikus rendelés már régóta létező technológia, és nem csak a termelési folyamatokban valósítható meg, hanem a vállalat egyéb, egyes indirekt beszerzési területein is.

A beszállítókkal szemben az elvárások is megváltoznak. Az Ipar 4.0-ban egyre inkább nem terméket kell értékesíteniük, hanem egy megoldást, amely integrálható a rendszerekbe, tehát közös platformra épül (KPMG, 2016). A korábban már említett, digitális szolgáltatások, illetve az alapanyagba, részegységbe beépített szenzorok a beszerzett termék fogalmát is kibővíti. Egy OEM-nek általános az az elvárása, hogy egy beszállítója pontosan vissza tudja követni egy alkatrész, részegység útját addig, hogy milyen alapanyagból, milyen dolgozók részvételével, mely gyártósoron gyártotta. Éppen ezért pl. az autó- vagy a fogyasztói elektronikai iparban a beszállítók számára nem szokatlan, hogy nagy innovációs nyomás alatt kell dolgozni, különféle képességeket kell kifejleszteniük, hogy beszállítók maradhassanak. A rendszerek integrációinak eredményeképpen egy olyan egységes rendszer jön létre, amely összefogja a gépeket, az embereket és a környezetet. Ezt hívjuk digitális ökoszisztémának (KPMG, 2016).

A beszállítók értékelésében eddig is nagy szerepet játszottak a beszállítókról, az általuk szállított alapanyag minőségéről, a teljesítés körülményeiről gyűjtött adatok. A digitalizáció révén még több adat és még részletesebb információk állnak majd rendelkezésre, amely objektíven segíthet a kiválasztásban, részletes értékelésben, a beszállítók fejlesztésében. Az interjúkban megkérdezett vállalatok közül ketten tárgyalnak már beszállítóval közös Ipar 4.0 fejlesztésről (V2, V3), hajlandóak tehát tudásukat megosztani. Ez önmagában is érdekes, hiszen a beszállító képes kell legyen megfelelni az elvárásoknak. V3 vállalat már futtatott is pilot projektet beszállítóval közösen.

#### 4.1.6 Technológiai fejlesztés

Az Ipar 4.0 egyik alapfeltétele, hogy az internet révén minden egy elektronikus hálózathoz képes kapcsolódni (KPMG, 2016). A teljes termelési láncot átívelő adatok, például, az termék adataitól kezdve, a vevői megrendelésen át, a kapacitás adatok, a termelési logisztika adatai, egészen a minőség ellenőrzésig egy hálózatban férhetőek hozzá – ez a kiber-fizikai rendszer (CPS). Az okos innováció (KPMG, 2016) arra irányul, hogy miképpen lehet a termékekbe, gépekbe, folyamatokba beépíteni a digitális technológia vívmányait.

Egy vállalaton belül a technológiai fejlesztésnek azonban nem csak a termelési technológia digitalizálására kell irányulnia, hanem nagyon fontos feladata az adatelemzéshez szükséges szoftverek kifejlesztése és az adatok biztonságos tárolásához, kezeléséhez szükséges protokollok kialakítása. Ezt támasztja alá a KPMG (2016) véleménye is, akik szerint az Ipar 4.0 elvárja a vállalatoktól, hogy egyszerre legyenek jártasak három területen. Legyenek kiválóak az elmélet és gyakorlat alkalmazásában, ami a termelési folyamatokat, anyagismeretet, szoftverfejlesztést, info-kommunikációs technológiát (ICT) illeti. Legyenek felkészültek hardver téren, azaz gépekkel, az automatizálásban, mechatronikában, IT infrastruktúra és biztonság terén. Jónak kell lenniük továbbá szoftver téren is, annak dokumentációjában, integrációjában más rendszerekkel, testre szabhatóságában, karbantartásában és betanításában, annak érdekében, hogy az előbbiek révén keletkező adatok értelmezhető információvá alakuljanak (KPMG, 2016). Ezen **hármás** feltételrendszernek már sok, **informatikai, technikai építőkövét (1)** említettem: szenzorok, szabályozó eszközök, felhő alapú számítástechnika, tabletek mint ember-gép interfészek, integrált szoftver megoldások és ipari kommunikációs hálózatok. *Ami leginkább hiányzik, az ezek szabványosítása.* A már korábban is idézett MTA SZTAKI Ipar 4.0 felmérés eredményei szerint, a magyarországi vállalatok 25 százaléka még az adatok gyűjtését sem kezdte el, 10 százalék, habár gyűjti, de nem elemzi azokat, 32 százalék nem tudta, hogy cége végez-e adatgyűjtést, és mindössze 36 százalékuk elemzi, hasznosítja őket (Nick, 2017).

A jövő gyárában az információs és kommunikációs technológia teljesen integrált az automatizálási technológiával (KPMG, 2016). Az lenne egy igazán ideális állapot, ha mindebbe a digitális ökoszisztémába a beszállítók, a megrendelők és az OEM-ek is integrálva lennének (KPMG, 2016).

A jövőben egy adott gyáregység átfogó, integrált szoftverek segítségével irányítja az operációt, ez a CPPS, azaz a cyber-physical production system, a kiber-fizikai termelési rendszer (Monostori, 2014). A CPPS intelligens gépekből, tárolási rendszerekből, termelésstervezésből áll, amely folyamatos adatcserét végez annak érdekében, hogy figyelje egymás működését és biztosítsa a biztonságos működést és az energia hatékonyságot (KPMG, 2016). A jövő gyára rugalmas és átlátható. Ez azt jelenti, hogy a munkafolyamatok, előkészületek, átállások ideje pontosan kalkulálható, így meg lehet határozni, hol vannak szabad kapacitások. Így a vevői megrendelés beérkezésekor pontosan kikalkulálható, mikor kerül gyártásba az adott rendelés és ahhoz milyen kapacitások, gépek, szerszámok lesznek hozzárendelve, illetve milyen beszerzéseknek kell megtörténniük a termelés kezdetéig.

A technológiai fejlesztésnek további fontos iránya a különböző interfészek és platformok kifejlesztése, amelyeket már az 1. ábrán szemléltettem. Mivel nincsenek szabványok, és a piacon egyelőre kevés

standard szoftver érhető el, a vállalatnak magának kell kifejlesztenie azokat a programokat, amelyek a keletkező adatokból információt kreálnak és megjelenítik azt a felhasználó számára. A **szoftverek (2)** egy kritikus része az adatelemzésre kell, hogy fókuszáljon. Az adatelemzés legfőbb irányait a PwC (2016a) foglalta össze, a sorrend egyben fontossági sorrend is:

- optimalizálás és általános üzleti folyamatok tervezése és kontrollingja
- jobb gyártás és operáció tervezés
- a vevőkapcsolatok fejlesztése és jobb vevői információ gyűjtés a termékélelciklus során
- hatékonyabb eszköz kihasználás és hatékonyságnövelés az operációban
- új, vagy a meglévő termék-szolgáltatáscsomag továbbfejlesztése
- a szállítási és logisztikai költségek és hatékonyság optimalizálása
- termék és/vagy folyamat minőségének javítása
- a saját eszközök, illetve a vevőnek eladott termékek hatékony karbantartása
- jobb együttműködés és hatékonyabb döntéshozatal a partnervállalatokkal.

Látható, hogy a PwC szerint az adatelemzés elsődleges célpontjai a belső folyamatok, azok közül is az értékteremtő folyamatok. Megjelenik a vállalati határokon való kitekintés azonban nem a partnerekkel közös optimalizálásra irányul, sokkal inkább a vevő igényének minél teljesebb megismerése, becsatornázása áll a középpontban.

A fejlesztések tárgya harmadsorban az **adatbiztonság (3)**. Mivel ez egy nagyon alapvető és stratégiai kérdés, részletesebben a Vállalati infrastruktúra fejezetben tárgyalom.

#### 4.1.7 Emberi erőforrás gazdálkodás

A jövő gyarában ember-gép interfészeken keresztül kapcsolódik össze a fizikai és a virtuális világ, amelyben az ember szabja meg az elvárásokat, és az azt teljesítő folyamatok automatikusan, autonóm módon mennek végbe (KPMG, 2016). Ez a fajta összekapcsolódás új elvárásokat fogalmaz meg a munkaerővel és a szervezettel szemben is, a képzettséget és készségeket, munkabiztonságot, az adatvédelmet és a rugalmas munkaidő szabályozását tekintve. A folyamatosan változó technológia a dolgozók hozzáállásának fejlesztését is igényli, a Life Long Learning nem megkerülhető ezen a területen. Erre nem árt egy megreformált emberi erőforrás stratégiával felkészülni.

Az emberi erőforrással kapcsolatos kérdéseket kétféle megközelítésben tárgyalom. Egyrészt foglalkozom azzal a kérdéssel, hogy az Ipar 4.0 olyan új munkaköröket, hoz létre, amelyek nélkülözhetetlenek lesznek a gépek és berendezések által generált óriási mennyiségű adat elemzésére, a vállalati ICT és ERP rendszerekbe való integrálására, megfelelő összetettségben való előállítására, és

megfelelő vezetői szintekre való eljuttatására. Ezek a szoftverfejlesztők, adatbányászok, alkalmazás fejlesztők, esetleg statisztikusok és kontrollerek biztosítják majd azt a kulcs folyamatot, hogy az adatból döntéshozatal során alkalmazható információ születik. A negyedik ipari forradalom során a vállalat sikere nagy mértékben múlik digitális intelligenciáján (Digital IQ), azaz, hogy mit lesz képes a rendelkezésére álló adatokból kibányászni, és hogyan tudja azokat hasznosítani (PwC, 2016). A PwC felmérése szerint (2016) a digitális kultúra és képzés hiánya a legnagyobb kihívás a cégek számára.

Az emberi erőforrás témakör másik lényeges fókuszpontja inkább a vállalati kultúrához kapcsolódik. Nagyon sok helyen olvashatunk arról, hogy az Ipar 4.0 az alacsony vagy középszintű, könnyen automatizálható munkakörök tömegét fogja megszüntetni, átalakítani (Frey-Osborne, 2013; Szalavetz, 2016). Szalavetz 2016-os írásában a World Economic Forum elemzését idézve azt mondja, az amerikai állások 9 százaléka teljes mértékben kiváltható automatizálással, de az ipari robotok és a gépi tanulás az állások 47 százalékát veszélyeztetik. Sok alacsony hozzáadott értékű munkát kiváltanak majd gépek, de valójában több munkaerőre lesz szükség, csak másmilyen képességekkel, mint most (Csurgó, 2017)! Kényes kérdés tehát az új technológiák elfogadtatása a dolgozókkal, de nem volt ez másképp az első ipari forradalom idején a gőzgéppel sem. Alapvetően kétféle megközelítést tapasztaltam. Az első, amely képzéseket, bemutatókat tart a dolgozók valamennyi szintjének, hogy a bevezetésre kerülő technológia hogyan könnyíti majd meg a munkavégzést, hogyan járul majd hozzá a sikeresebb vállalati működéshez. Továbbképzésen és bemutatókon keresztül igyekeztek közelebb hozni a dolgozókhoz a digitális megoldásokat. A másik módszer a változás határozott keresztülvitele volt. Erről az esettanulmányban bővebben is lesz szó.

#### 4.1.8 Vállalati infrastruktúra

A vállalati infrastruktúra Porter szerint igen sok mindent magába foglal. Olyan tevékenységek tartoznak ide, mint az ügyvezetés, a pénzügy, a stratégia tervezés, a könyvelés, a jogi ügyek és vállalati kapcsolatok, valamint a minőség menedzsment (Porter, 1985). Én ezek közül kiemelten az Ipar 4.0 könyvelésre és pénzügyre gyakorolt hatásait vizsgálom, illetve szót ejtek néhány jogi vonatkozású témáról is.

Az adatok bősége a **pénzügy, a könyvelés, a kontrolling és a stratégiai tervezés** esetén is sok lehetőséget rejt. A különféle vállalati folyamatokban keletkező adatok nem csak az adott terület döntéshozatalát támogathatják, hanem a vállalati központ átfogó értékelését is. A kontrolling sokkal több, részletesebb és pontosabb adatokhoz jut, amelyből a saját elemzési szisztémája mentén állítja elő a felsővetetés számára fontos információkat és készíti el az elemzéseket (KPMG, 2016). Ezek a

felsővezetésnek szánt jelentések már nem annyira részletesek, mint a területi vezetők applikációin azonnal megjelenő hírek, de ugyanarra az adatbázisra támaszkodnak. Az sem utolsó szempont, hogy ezeket utólag befolyásolni sem annyira egyszerű (V3, 2017), viszont nagyon jó matematikus-statisztikus, szoftverfejlesztő kollégák kellenek, akik tényleg azt az információt tudják előállítani az adatokból, amit kell. Az adatbőség a kontrolling tevékenység során a teljesítmények és költségek átláthatóságát szolgálja, amely pedig lehetővé teszi, hogy azokat a pontos felmerülési helyhez rendeljük hozzá.

A termék és technológiai fejlesztések gyorsuló üteme a **finanszírozási** ciklusok felgyorsulását is eredményezi (KPMG, 2016). Az Ipar 4.0 nem valósítható meg a beruházási gyakorlat drasztikus megváltoztatása nélkül. (PwC, 2016a). A gördülő pénzügyi tervezés nagymértékben növelheti a tervezés megbízhatóságát, ezt már régóta tudjuk, ám az adatok folyamatos elérésével ez is pontosabbá válik. A pénzügyi tervezés integrálása a teljes vállalati tervezési információkkal – úgy, mint sales, emberi erőforrások, beruházások, termelés –, valamint a folyamatos rálátás a mérlegre, eredménykimutatásra és a cash-flow kimutatásra lényegesen javítja a tervezés minőségét és csökkenti a tervezés költségeit. Ez különösen annak fényében nagyon fontos, hogy a korábban bemutatott tanácsadói prognózisok szerint jelentős összegeket fognak beruházni a cégek fejlesztésekbe az elkövetkező években.

A **vállalat vagyonát** tekintve az immateriális javak (szellemi tulajdon, szabadalmi jogok) felértékelődésére lehet számítani, mindamelllett, hogy a beruházási érték és a befektetett tárgyi eszközök volumene is folyamatosan nőni fog. Lényeges kérdés ezzel kapcsolatban, hogy a digitális technológia fejlődését hogyan tudja követni az amortizáció, hiszen itt avulásról már fél-egy éves távlatban is beszélhetünk. Az Ipar 4.0 hozadékaként sokan kalkulálnak a készletek szintjének csökkenésével is. Mivel minden folyamat folyamatosan nyomon követhető, a leltár is elvégezhető lesz egyetlen gombnyomással adott időpillanatra vonatkozóan.

Az Ipar 4.0 számos **jogi kérdést** felvet: az adatgyűjtés, az adatok tárolása és a kiberbiztonság tekintetében egyaránt. Már magánál a vállalatnál keletkező hatalmas mennyiségű adat tárolása és kezelése komoly kihívás elé állítja a vállalatokat. Elterjedt megoldás, és egyre inkább ebbe az irányba mozdulnak a cégek, hogy felhőben tárolják adataikat, és csupán limitált, fizikailag is létező szerverparkot üzemeltetnek. A dolgozókról, folyamatokról, terméktervezésről, prototípusokról szóló adatok és információk védelme újfajta gondolkodást igényel a vállalatok részéről. Ezek az adatok adott esetben a versenyelőny forrásai, és meg kell tudniuk védeni azokat az adathalászkodó, zsarolóvírusos, kémprogramok és egyéb kiber bűnözők támadásaitól. A PwC (2016a) felmérése szerint a vállalatok legjobban a kiberbiztonsági rendszerek sérülése miatt bekövetkező működési zavaroktól tartanak. Az



aggodalmak között ugyancsak előkelő helyen szerepelt az adatvesztés miatti felelősségvállalási kockázatok növekedése és a jogosulatlan adatmódosítás, -kinyerés a vállalatban belüli adatáramlásból. Sok válaszadó jelölte meg az adatvesztés miatt a hírnévben bekövetkező sérülést és bizalomvesztést, mint kockázatot, valamint partnerekkel folytatott adatcsere során az adatokkal való visszaélés lehetőségét. Jóval kevesebben tartanak ugyanakkor attól, hogy megszegik az adatbiztonságra és személyiségi jogokra vonatkozó szabályozásokat, pedig ezeken a területeken jelentős szabályozási változások, szigorítás várható, gondoljunk csak a 2018 májusától érvényes EU General Data Protection Regulation (GDPR) szabályozására.

#### 4.1.9 Vállalatközi kapcsolatok

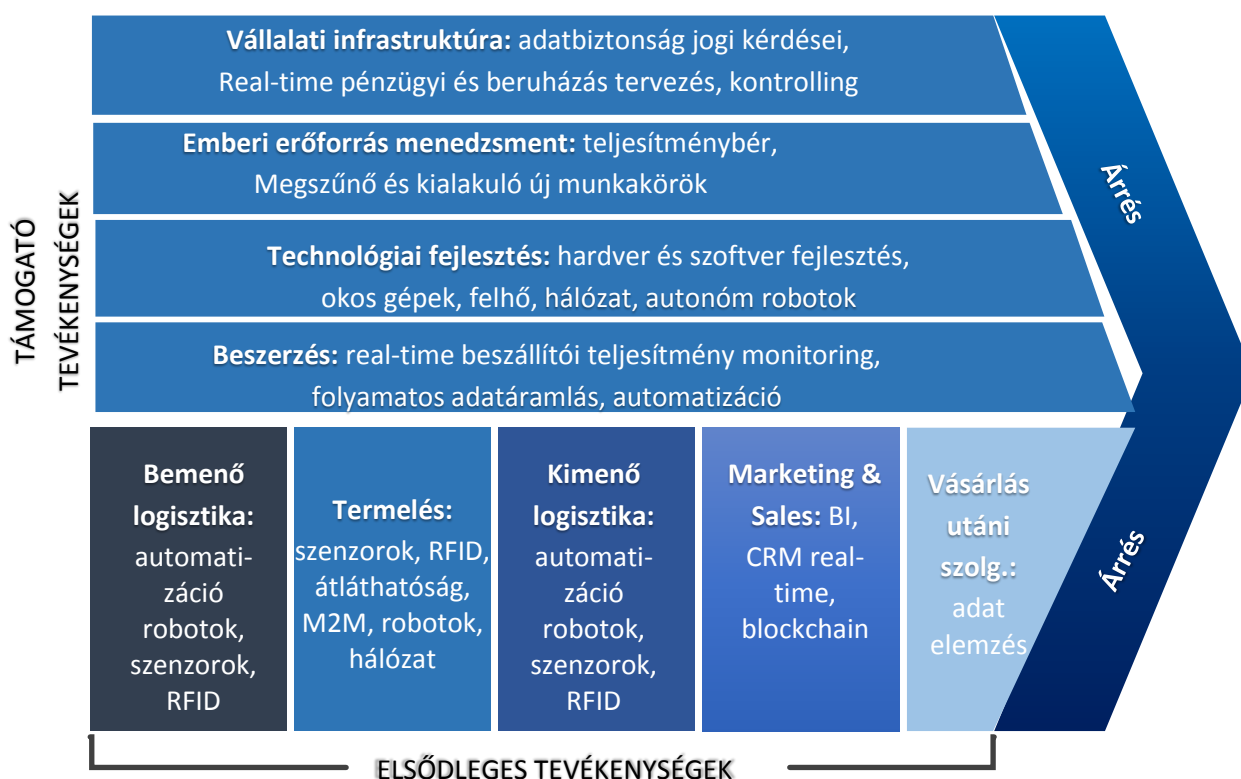
A vállalat belső működési területeire gyakorolt hatás mellett nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, milyen hatást gyakorol a negyedik ipari forradalom a vállalatok közötti kapcsolatokra. Ha ellátási lánc szintre szeretnénk kitekinteni, akkor elsődlegesen a beszállítókkal és vevőkkel való viszony változásait kell feltérképezni.

A KPMG szerint a jövő abba az irányba mutat, hogy e digitális integráció révén korábbi versenytársak dolgoznak együtt és a szektorok közötti szövetségek is kialakulnak (KPMG, 2016). Volt már szó arról is korábban, hogy az internet révén a beszállító, a gyártó és a megrendelő egyetlen digitális ökoszisztémát fog alkotni, amelyben minden releváns adat és információ azonnal hozzáférhető a felhőben, a tevékenységek minél hatékonyabb összehangolása érdekében. Ezt a megkérdézett vállalati szakemberek nem tartják reálisnak a belátható jövőben. Abban az egy esetben látnak erre esélyt, ha a beszállító, a gyár és esetleg a megrendelő is egy vállalatcsoportba tartozik, és a központi szervezet dönt úgy, hogy leányvállalatai között transzparenciát teremti és lehetőséget nyújt számukra az egymástól való tanulásra, benchmarkingra (V3, 2017).

Ha a közeljövőben nem is egyesülnek egyetlen digitális hálózatban, az biztos, hogy mind a beszállítókkal, mind a megrendelőkkel való viszony megváltozik. A vevők irányából érkező elvárások közvetítésre kerülnek a beszállítók felé: gyorsaság, rugalmasság a megrendelés teljesítésben úgy, mint a termékfejlesztésben. Az interjú alanyok szerint a vevők ma még nem igazán vesznek részt a közös fejlesztésben, de arra már volt pilot projekt, hogy a beszállítóval fejlesszenek Ipar 4.0 eszközöket, amelyek révén az fejleszthetné termelési folyamatát (V3, 2017). A hálózati működés a megkérdézettek szerint bizalom kérdése, ami jelenleg még nincs jelen a magyar vállalati gyakorlatban (sem). Ha az üzleti érdek úgy hozza, hogy tovább kell növelni az üzleti hatékonyságot, akkor lesz majd példa a termelési és kapacitás tervek, beszerzési tervek összehangolására és közös kialakítására.

A PwC (2016a) felmérése szerint a megkérdezett vállalatok 72%-a az elkövetkező öt évben az adatelemzést a vevőkkel való kapcsolat javítására akarja felhasználni, valamint a vevőkkel kapcsolatos adatok elemzésére a termék életciklusa során (business intelligence, BI). A vevői kapcsolatok javulását és a vevői igényekre adott hatékonyabb választ a vevő speciális igényein alapuló termék/szolgáltatás tervezéssel, a vevőkiszolgálás innovációjával, és a vevői testre szabást akár az egy darabos gyártási mennyiség eléréséig való fejlesztésével kívánják elérni. Az adatelemzés révén lehetővé válik a vevői igények minél jobb megismerése és figyelembe vétele, amely nem csak a termelési folyamat fejlesztéséhez használható fel, hanem egy vevőközpontú ellátási lánc létrehozásához is.

Összességében a digitalizáció révén létrehozott hatalmas mennyiségű adat valamennyi vállalati működési terület életére hatással van. Mindenhol javul az átláthatóság, az integráció, a tervezhetőség és sokkal több információ áll rendelkezésre arról, a vevő mit is akar, és ennek teljesítéséhez kinek mi a dolga. Az Ipar 4.0 teljesen új értékteremtő vállalati területeket is létrehoz, gondoljunk csak arra, mennyivel nagyobb nyomás kerül a terméktervezésre és –fejlesztésre és az adatok biztonságának biztosítására a jövőben (Porter-Heppelmann, 2015). Az Ipar 4.0 eszközei a vállalati értékláncban a 3. ábrán látható módokon jelennek meg.



3. Ábra: Az Ipar 4.0 eszközei a vállalati értékláncban (Porter, 1985 alapján saját szerkesztés)

Az eszközök összességében hozzá járulnak a rendszer- és folyamatszempléletű gondolkodás erősödéséhez, a folyamatok szervezeten belüli, majd pedig szervezeti határokat átívelő integrációjához (Ilie-Zudor et al., 2011). A különböző pontokon keletkező real-time adatok elérése pedig a stratégia, a pénzügyek és a folyamatok tervezésének szintjén is éreztetik kedvező hatásukat. Az egyes területeken keletkező adatok más területek számára is elérhetőek és információt szolgáltathatnak, biztosítva ezzel az átláthatóságot.

## 5. Az Ipar 4.0 megvalósítását akadályozó tényezők

A vállalatok negyedik ipari forradalomba való bekapcsolódása egy ideig még döntés kérdése. Arról már sokat olvashattunk korábban is, hogy az új ismeretlen technológiák alkalmazása, kifejlesztése kockázatos és drága, de számottevő megtakarítás és bevétel növekedés érhető el a korán ébredők számára. Vannak olyan iparágak, ahol nem lehet elkerülni a haladást és a fejlesztések, alkalmazások tempójának felvételét a versenyben maradás érdekében (autóipar, elektronika), de vannak bőven olyan iparágak is, akik majd csak akkor lépnek az ilyen jellegű fejlesztések útjára, ha az ösvényt már kitaposták, és a technológia a kisebb profit marginnal működő ágazatok számára is megfizethető lesz.

Vannak továbbá olyan tényezők is, amelyek visszatárhathatják, gátolhatják az Ipar 4.0 vívmányainak terjedését. Ezzel a kérdéssel a PwC (2016a) és Porter és Heppelmann (2014) is foglalkozott. A PwC inkább a kritikus, kockázatos tényezőket szedte össze, míg Porter és szerzőtársa a vállalat által elkerülendő buktatókra fókuszált.

A PwC 2016-ban készített egy Globális Ipar 4.0 Felmérést, amelynek keretében 26 ország 2000 szakemberét kérdezték meg arról, hogyan fogja kiaknázni vállalatuk a digitalizáció nyújtotta lehetőségeket. A felmérésében megkérdezett vállalatok döntő többsége (52%) szerint az Ipar 4.0 megvalósításának legnagyobb gátja a tiszta és világos digitális stratégia az értékteremtő (termelési és logisztikai) folyamatokban, valamint a vezetőség támogatásának hiánya (PwC, 2016a: 17). Sok cég fél a digitális beruházások jelenleg még ismeretlen mértékű gazdasági hasznától (38%), és a magas beruházási költségektől (36%). A válaszadók negyede jelölte meg kockázatos tényezőként az adatbiztonságot, különösen, mikor külső adatszolgáltatásról vagy adatforrásokról van szó. Ugyanannyien tekintik akadályozó tényezőnek a nem megfelelő képzettségű munkaerőt. Fontos hátráltató tényezője az Ipar 4.0 vívmányai elterjedésének, hogy még nem állnak rendelkezésre szabványok, normák és tanúsítványok, amelyek biztosítanák a különböző rendszerek összekapcsolhatóságát. A válaszadók szerint egyelőre még lassan terjednek a digitális infrastruktúra alapvető technológiai eszközei, nem feltétlenül állnak rendelkezésre minden beszállító vagy vevő szervezetében, így az együttműködés is korlátozott lehet. A cégek 14 százaléka attól is tart, hogy elveszti a kontrollt a vállalat intellektuális vagyona felett.

Az amerikai szerzőpáros gyakorlatiasabb kérdéseket tárgyalt. Porter és Heppelmann (2014: 21) szerint a vállalatnak nem szabad alapvető kérdéseket elnagyoltan kezelnie és figyelmen kívül hagyni az iparág jelzéseit. Egyrészt, a termékhez kapcsolt digitális szolgáltatásoknak olyanoknak kell lenniük, amikért a vevő hajlandó fizetni. **Attól, hogy valamilyen adat rendelkezésre áll, nem biztos, hogy értékesíthető.** Jól át kell tehát gondolni, mi teremt értéket a vevőnek. Az adatok biztonságáról már többször esett szó. Ez kritikus pontja a fejlődésnek. Biztosítani kell a hozzáférések ellenőrzését, a hálózat, az eszközök,

a szenzorok stb. biztonságát és az információk megfelelő titkosítását. Új belépők is megjelenhetnek a színen, akik okos terméket kapcsolódó szolgáltatásokkal felszerelve kínálnak, újfajta vevőközpontú üzleti modellt megvalósítva, átszabva ezzel a versenyt és adott esetben kiterjesztve az iparág határait. Nagy kérdés, hogy mikor érdemes beszállni? Ha túl sokáig vár a vállalat, versenytársai vagy az új belépők átszabják a versenyt, és elhúzhatnak a tanulási folyamatban. A szerzők ugyancsak csapdaként említik, ha a cég túlértékeli saját képességeit. Az okos termékek előállítására újfajta technológiát, képességeket, folyamatokat kíván a teljes értékláncban. A vállalatnak reálisan kell látnia, mik azok a képességek, amelyeket ki tud fejleszteni saját maga, és mi az, amihez külső partnert kell bevonnia.

Az akadályozó tényezőket a 2. táblázat foglalja össze.

Kulturális akadályozó tényezők	Munkaerőpiaci akadályozó tényezők	Szervezeti akadályozó tényezők	Technológiai akadályozó tényezők
bizonytalanság	nem megfelelő minőségű munkaerő	digitális stratégia hiánya	drága technológiák
bizalmatlanság	keves munkaerő	kockázatos beruházás	szabványok hiánya
a szervezet képességeinek reális megítélése	régi szemléletű képzés	félelem a kontrollvesztéstől az intellektuális vagyon felett	adatbiztonság, titkosítás megfelelő szintjével kapcsolatos kétségek
folyamatos tanulás igényének hiánya		partnereknél sincs meg a technológia	fejletlen adatelemzés
		adat-alapú szolgáltatások fejlesztésének elmaradása	
		felsővezetői támogatás hiánya	

2. táblázat: Az Ipar 4.0 terjedését akadályozó tényezők (PwC, 2016a és Porter-Heppelmann, 2014, alapján saját szerkesztés)

## 6. Vállalati tapasztalatok

A fejezet célja, hogy bemutassa annak a négy vállalatnak a tapasztalatait, amelyeknél a kutatás során az interjúk készültek. Néhány esetben már tettem említést a korábbi oldalakon is az interjúkból merített tapasztalatokról, de legterjedelmesebben ebben a részben szeretnék számot adni arról, a felkeresett vállalatok milyen módokon alkalmazzák az Ipar 4.0 vívmányait. Mivel összesen négy interjú készült, az eredmények semmiképpen sem általánosíthatók a magyar iparra vonatkozóan, mintegy szemléltetni szándékoznak mindazon technológiákat, megoldásokat, amelyekről a korábbi oldalakon szó volt.

A Bevezetésben már említett vállalatok között egy többségi magyar tulajdonban álló holdinghoz tartozó, elektronikai iparban működő KKV, két autóiparban tevékenykedő, multinacionális nagyvállalat és egy rendszer integrátori szerepet betöltő autóipari multi található. Általában elmondható, hogy az Ipar 4.0 erőteljesebben jelent meg a nemzetközi háttérű vállalatoknál, míg a magyar KKV – habár elindult már a fejlesztések útján – de inkább kívárja, míg kiderül, mely technológiák alkalmazása kecsegtet a legtöbb sikerrel, és hogy áruk tovább csökken.

### 6.1 Az Ipar 4.0 megközelítése

A megkérdezett vállalatoknak általában megvolt a kialakult véleményük arról, **mit is jelent számukra az Ipar 4.0:**

„Az információ forradalma az iparban.” (V1 interjú, 2017)

„A keletkező hatalmas mennyiségű adatot felhasználni, értelmezni, ezekből előre jelezni, a jövőbe látni. Ez a kulcs.” (V2 interjú, 2017)

„Az Ipar 4.0 adat és viselkedés. Mindenki megkap minden számára releváns információt, hogyan és mit tud ez alapján reagálni, dönteni.” (V3 interjú, 2017)

„Az intelligensebbé váló ipar átfogó hálózatba kapcsolása.” (V4 vállalati újság, 2016 december, p.3)

A megkérdezett vállalatok többféleképpen is viszonyulnak az Ipar 4.0-hoz. Van, aki a szükséges fejlesztéseket végrehajtja, nem szalad előre, nem pilot-ol, kihasználja azt, amit a technológia nyújt és könnyű (és olcsó) hozzáférni. Két olyan interjúalany is volt, ahol a vállalatcsoporton belül a magyarországi gyárak pilot-gyárak, ötletelnek, átalakítanak, fejlesztenek, és ami beválik, viszik tovább a többi gyárba. Ezek helyi, önálló kezdeményezések, és a két vállalatban felkeresett dinamikus vezetőn sok múlik. Volt egy olyan gyár is, amely már régóta ismeretes innovációs tevékenységéről – nem csak vállalatcsoportján belül, amelyet már azelőtt is a digitalizáció irányába folytattak, hogy a német High Tech stratégia megjelent volna - hanem mint globális, német vállalat továbbra is missziójuknak tekintik,

hogy élen járjanak (V1, V2, V3, V4 interjúk, 2017). A megkérdezett vállalatok esetében tehát három viselkedésmintát azonosítottam. Egyrészt lehet úgy is haladni, hogy mindig csak „az *alacsonyan lógó gyümölcsöket* szedjük le”, lehet nagyon *erős belső motiváció*, amely akár nemzetközi vállalatcsoport esetén is kiemelkedő eredményhez segíti a leányvállalatot, vagy harmadrészt, szocializálódhatott a vállalat egy olyan *innovatív közegbe*, ahol elvárás a magas fokú innováció, amelyben a vállalatcsoport minden tagja részt vesz és az eredményeket együttesen alkalmazzák világszerte.

Az, hogy milyen fázisokon megy keresztül egy vállalat, mire ténylegesen ki tudja aknázni az Ipar 4.0 lehetőségeit, szintén egy fontos téma volt az interjúkon. Az első lépés mindenképpen az, hogy adatgyűjtésbe kezdenek a cégek. Telepítik azokat a technológiai eszközöket, esetleg szoftvereket, amelyek képesek a kívánt megfigyelésekre és az adatok gyűjtésére. A második lépés ezeknek az adatoknak döntéstámogató információvá való átalakítása. Ez egy kritikus pont, nagyon sok helyen hiányzik az adatelemzés és értelmezés képessége, így nagy szakemberhiány van e téren. Az elemzést ugyanis nem csak lefuttatni kell tudni, hanem az adatbázis előzetes tisztításán át, az algoritmusok ismerete, a hibák, torzító hatások felismerése, az eredmények átlátható tálalása is fontos. A Nemzeti Technológiai Platform Oktatási Munkacsoportjába V1 vállalat is azzal a céllal jelentkezett, hogy legyen befolyása arra, milyen szakemberek kerülnek ki az oktatásból, és hogy ez a kulcsfontosságú készség bekerüljön az oktatásba. A harmadik szint az adatokból nyert eredmények felhasználása. Ehhez szintén jól képzett munkaerő kell, akik elvégzik a szoftverek, hardverek szükséges átprogramozását, új szoftvert vagy algoritmust írnak, tovább tudják tehát fejleszteni a rendszereket. Kellenek továbbá olyan döntési algoritmusok és döntéshozók, akik be tudják építeni ezeket az információkat a döntéseikbe, és a real-time adathozzáférés és -elemzés eléri célját (V1 és V2 interjú, 2017).

## 6.2 Ipar 4.0 a termelésben

Az interjúkból kiderült, ami a nemzetközi szakirodalomban is egyértelmű, az Ipar 4.0 a **termelésben** fejt ki legnagyobb hatását, a megkérdezett cégek is változatos módszereket, eljárásokat mutattak be. Ezek **első** kategóriája, amikor egy gépbe építenek be szenzorokat, érzékelőket a termelési folyamat megfigyelésére és az eltérések jelzésére. A V2 példáját bemutatva, a vállalatnál a fröccsöntő gépekbe épített szenzor jelzi, ha a szerszám hamarosan csereérett lesz és ezért az új szerszámot a dolgozónak elő kell készítenie. Azt is jelzi, ha valami miatt megáll a gyártás. Ekkor mobiltelefonra küld értesítést a gépkezelőnek, hogy beavatkozást igényel. A dolgozó a helyszínre érve a gépre szerelt monitoron látja a gép addigi teljesítményét megjelenítve, és az érzékelt problémát. Amennyiben tudja a megoldást, beavatkozik és helyreállítja a termelés menetét. Amennyiben nem tudja megoldani a problémát, értesíti a felettesét (V2 interjú, 2017). Hasonló rendszer működik V3 interjúalanyánál is, ahol a szerelőállomásba épített szenzor képes nyomon követni a dolgozó munkavégzési sebességét, és ha

megállást érzékel, jelentést küld róla a beavatkozásért felelős munkatársnak. Amennyiben bizonyos időn belül nem érzékeli a beavatkozást, az eszkalációs lánc következő szintjére küldi az értesítést. Így egyértelműen kiderül már a termelés folyamatában, ha valami elakad és rövid időn belül megoldást kell rá találni (V3 interjú, 2017).

A V4 cseh testvérvállalata egy szerszám megfigyelését végzi érzékelők segítségével. Ha a szerszámba szennyeződés kerül, meghibásodhat és egy hónapig is eltarthat megjavítása. A vibrációt érzékelő szenzor a legkisebb eltérésről is értesíti a karbantartókat, így az eltávolítható a szerszám sérülése előtt. Ennek segítségével a több ezer eurót takarítottak meg, mert nem kellett új szerszámot venni és a régi sem esett ki a gyártásból, a nem tervezett karbantartások száma pedig 12 százalékkal csökkent (V4 vállalati újság, 2016. december, p. 14).

A termelési folyamatok digitalizálásának **második** szintje, kategóriája, amikor a gépek összefüggő hálózatot alkotnak, mint pl. egy könnyen átállítható, rugalmas gyártási rendszerek (RMS). A V4 vállalat nemzetköz vállalatcsoportjának egy tagja gyorsan hálózatba kapcsolható, rugalmasan konfigurálható gépsorokkal dolgozik. Ennek során, ha a termék úgy kívánja, a gyártósorba új gépet illesztenek be. A gép felcsatlakozik a hálózatra is egyúttal, és ennek révén – anélkül hogy a gépet újraprogramoznák – a gyors adatátvitelnek köszönhetően máris fut rajta a termelési program és folytatódhat a gyártás. A cégnél ezt Plug&Produce rendszernek hívják (V4 vállalati újság, 2016. december, p. 8).

A **harmadik** szint a termelés kiterjesztett értelemben vett támogatása. A termelési folyamat során a minőségbiztosítás támogatására az egyik interjúalany a kiterjesztett valóság alkalmazását hozta fel példaként. A V4 vállalt nemzetköz vállalatcsoportjának francia tagja ún. ActiveGlass-t használ a minőségbiztosításban. A gyártás során ugyanis vannak lépések, amelyet meghatározott sorrendben kell végrehajtani. Erre korábban ellenőrző listákat használtak, most a szemüveget. A listákat számítógépen állítják össze és mentik el, és azt kapcsolják össze a szemüveggel. A munka elkezdésekor egy kis video (hanggal és képpel) megmutatja a viselőjének, melyik munkafázis mikor és hogyan következik. Ő egy QR kódra pillantva, biccentéssel vagy gombnyomással jelezheti, ha végrehajtotta a feladatot. Mindeközben mindkét keze szabad a munkavégzéshez. Ahol a szemüveget használják, a minőség-ellenőrzés ideje felére, a hibaarány pedig jelentős mértékben csökkent. A szemüveget külső beszállító gyártja a vállalatcsoportnak, de a szoftver saját fejlesztés (V4 vállalati újság, 2016. december, p. 17).

Arról is esett szó az Ipar 4.0 lehetőségeinek áttekintésekor, hogy az érzékelők általi megfigyelés segíthet azonosítani azokat a gépeket, amelyeken karbantartásra van szükség, be is azonosíthatja a cserélendő alkatrészt, hogy a karbantartó már eleve magával is hozhassa azt, lerövidítve a szerelési munkálatok miatti állásidőt. Ez megtámogatható még kiterjesztett valósággal, amikor a szerelő egy



szemüvegen megnézi, mit és hogyan kell kicserélnie az adott eszközben (V4 vállalati újság, 2016 december, p. 20).

A termelésbe épített megoldások előnye nem csak az, hogy mindenről elérhető az adat azonnal, hanem az is, hogy a beavatkozási protokoll is kidolgozható előre, és a rendelkezésre álló információk révén a döntéshozatal folyamata és a kényszerű állásidő rövidül (V2, V3 interjú, 2017).

### 6.3 Adatelemzés, a kritikus pont

Az adatok gyűjtésének és elemzésének kritikus voltát valamennyi interjúalany hangsúlyozta. Ha nem is teljes termelési rendszereiket átfogóan, de egyes gépsoraikat már felszerelték érzékelőkkel, szkennerekkel, 3D kamerával, hogy minél teljesebb képet kapjanak az ott zajló folyamatokról és begyűjthessék az adatokat. Legtöbbször az adatokat saját maguk, vagy vállalatcsoport szinten (is) tárolják, egy esetben beszélt az interjúalany vállalatcsoport szintű felhőről, egy esetben pedig külső felhő szolgáltató bevonásáról (V1, V2, V3, V4 interjúk, 2017). Az elemzéshez használt szoftvereket, az információkat pl. ERP rendszerbe közvetítő interfészeket, azokat a felhasználó számára megjelentő platformok szoftvereit, applikációit maguk fejlesztik, esetleg tanácsadó cég bevonásával. Mindannyian kritikusnak nevezték ezt a tudást a szervezetben, és aggodalmukat fejezték ki a szakember utánpótlás biztosítása miatt (V1, V2, V3, V4 interjúk, 2017).

A V4 vállalatcsoport madridi egységében dolgozik egy adatbányász részleg, amely ultrahang-érzékelők gyártásának adatait rendszerezi. A gyártásban három helyen is keletkezik adat, a MES-ben, a tesztelés során és gyártásban részt vevő gépek beállításából. Ez napi 170 GB mennyiségű adat, csak ezen a részlegen. A feldolgozáshoz speciális számítógépfürtbe töltik fel az adatokat, és internetes böngészőkben használatos keresőmotorok segítségével gyorsítják fel az elemzést. A rendszer gyakorlatilag minden információt képes mindennel összekapcsolni, így rendkívül összetett ok-okozati kapcsolatokra is fény derülhet (V4 vállalati újság, 2016. december, p. 16).

Az adatelemzés eredményeképpen előálló információt döntéshozatalban kell felhasználni. Ez nem csak az emberi, de autonóm robotok döntéseit is támogathatja, ami egy újabb példája a mindent mindennel összekapcsoló elektronikus hálózat előnyeinek. Ilyen autonóm robotot a V4 vállalat már alkalmaz Magyarországon. A szóban forgó gép fémlamezt von be bevonattal. A 3D szkennerek érzékelik, ha elmozdul a lemez, és félő, hogy a bevonat nem fedi teljesen a soron következő lemezt, és szól a robotnak, amely megigazítja azt (closed loop M2M – a két gép kommunikál az adatok alapján és be is avatkozik) (V4 interjú, 2017).

#### 6.4 Ember-gép kapcsolatok, digitális ökoszisztéma

Ahogy erről már volt szó korábban, az interfészek fejlesztése jelentős munka és beruházás, de platformként egészen egyszerű berendezések is használhatók.

A V3 vállalat többféle, egyszerű platformot használ a gépek és emberek összekapcsolásához. A végtérkép összehegesztését követő végső összeszerelését végző munkaállomások tabletekkel vannak felszerelve, amelyeken a dolgozó és a munkaállomás munkája nyomon követhető. Ebbe jelentkezik be a dolgozó, kapja meg a feladatot, jelzi, ha készen van vagy problémát érzékel (V3 interjú, 2017)

A másik mindennapi eszköz a mobiltelefon, amelyre a gyártósor probléma érzékelése esetén sms-t küld. Itt található egy eskalációs piramis, tehát először a gépkezelő, majd a műszakvezető, a termelési vezető, és az operációs vezető kap értesítést, ha adott időn belül az egyes szinteken nem történik visszaigazolás a probléma elhárításáról. Az sms-en kívül a vállalat részére fejlesztett applikáció segítségével az egyes gépek, gyártósorok, napi termelési teljesítmény adatai is megjeleníthetők (V2, V3 interjú, 2017).

A digitális ökoszisztéma kérdése megosztotta a válaszadókat. A megkérdezett vállalatok közül három nagyon távoli jövőnek tartja azt, egy azonban akár öt éven belül megvalósíthatónak látja, hiszen vállalatcsoportja gyakorlatilag már ebben létezik. Négyük közül ez utóbbi a legnagyobb, nála alapvető működési modell a vevőkkel való közös terméktervezés, -fejlesztés. Beszállítói között több a vállalatcsoport tagja, így az információk ez irányú megosztása kevésbé kockázatos. Alapvetően a jelenséget távoli jövőbe helyezők azzal indokolták véleményüket, hogy ez a fajta mély, real-time adatmegosztás olyan mértékű bizalmat igényelne szervezetek és emberek között, amely jelenleg még nem áll fenn – nem csak Magyarországon. Létrejöttét akkor tudják elképzelni, ha egyértelműen, pénzürtékben kifejezhető üzleti előnyhöz juttatja a céget. A digitális bizalom (PwC, 2016a) kritikus tényezője a vállalati határokon átnyúló adatmegosztásnak és együttműködésnek, és akkor jön létre, ha mind a kiberbiztonság, mind az adatok megbízhatósága, mind pedig az intellektuális vagyon védelme magas szintű (V1, V2, V3, V4 interjú, 2017).

#### 6.5 Emberi erőforrás kérdések

A digitális fejlődés és az emberi erőforrás viszonyának tárgyalása két ok miatt is fontos: **egyrészt**, sok dolgozó fél, hogy a digitális megoldások, robotok elveszik a munkáját. Ez lehetséges, de ekkor fel kell vázolni előtte a tanulás és magasabb szintű munka végzésének lehetőségét, továbbá azt, hogy az új technológia megkönnyíti a munkát. Másrészt, az robotizáció és automatizáció elterjedése miatt felszabaduló munkaerő számára más lehetőséget kell találni, nem feltétlenül (csak) vállalati szinten.

A legtöbb interjúalany bevonás révén igyekezett megismertetni munkavállalóival az új technológiákat, azok szükségességét. Volt, ahol ez elegendőnek bizonyult, a dolgozók elfogadták és használják az új eszközöket, az új technológiát. Volt azonban olyan válaszadó is, aki ellenállást tapasztalt. Megrongálták a szenzorokat, interfész készülékeket, nem voltak hajlandók követni annak utasításait. A jel közvetítésének megszűnése miatt az ilyen gyorsan kiderül, nagy költség pótolni. Ezért ebben a vállalatban autokratikus megközelítésre váltottak a bevonásról: aki nem hajlandó az új eszközökkel dolgozni, keressen új munkahelyet. Az ellenállás ellenére nem következett be tömeges elvándorlás, még annak ellenére sem, hogy ipari létesítményekkel bőven ellátott környékről van szó (V1, V2, V3, V4 interjú, 2017)

A dolgozók felvilágosítása arról is kell, hogy szóljon, hogy munkájuk szorosabb nyomon követése, teljesítményük, közvetlenül befolyásolja (vagy éppen fogják befolyásolni) a kézhez kapott fizetésük nagyságát. A jó teljesítmény tehát elismerésre kerül, a rosszat pedig lehet elemezni és megváltoztatni (V1, V3, 2017).

A megkérdezett vállalatok nemcsak a magyar felsőoktatással, hanem az alap- és középfokú oktatással sem elégedettek. Hiányolták a matematikai-statisztikai felkészültséget, a probléma felismerés és megoldás képességét, az önállóságot és az ötletek eladásának készségét. A digitális világban a különféle rendszerek használatának magabiztossága, a folyamatos tanulás és továbbképzés, az erre való *belső igény* nélkülözhetetlen (V1, V2, V3, V4 interjú, 2017).

A PwC felmérése szerint (2016) a digitális kultúra és képzés hiánya a legnagyobb kihívás a cégek számára. Jelenleg az adatelemzők, szoftverfejlesztő szakemberek ritka kincsek, és képzésük sem biztosított még a magyar felsőoktatásban. Az emberi erőforrás terület egy nagy kihívása tehát, hogy megtalálja és megtartsa ezeket a dolgozókat. Az is nagyon fontos, hogy ezek a tudományterületek dinamikusban fejlődnek, azaz a képzésben is szinten kell majd tartani a dolgozókat.

A V4 vállalat csoportvezetőjének véleménye szerint az Ipar 4.0 a szervezeti berendezkedést is meg fogja változtatni. Mivel sok minden automatikus, gépesített, robotizált lesz ezért a betanított munkások legfeljebb ezen gépek kiszolgálását fogják csak végezni. Felettük állnak a gépek irányítói, akik azokat programozzák, karbantartják a gépeket napi szinten. A következő szint a specialistáké, aki egy-egy folyamat szakértője, elemzi az adatokat, mintázatokat keresnek, algoritmusokat, esetleg szoftvereket írnak az optimalizálás érdekében. Ezek felett egy szűk vezetői réteg helyezkedik majd el, akik az folyamatok összehangolását, irányítását végzik, és ez a réteg várhatóan kevésbé lesz kiterjedt, mint napjainkban (V4 interjú, 2017).

Az emberi erőforrás és a digitalizáció viszonyának vizsgálata egy másik ok miatt is fontos, az ember is lehet egy erőforrás, amelyről adatot szeretnénk gyűjteni. Nem csak teljesítményéről, amit aztán megjelenítünk a teljesítménybérben, hanem a munkavégzés sajátosságairól is. Ez ugyancsak komoly adatvédelmi kérdéseket vet fel.

Az egyik vizsgált gyárban pilot projektet terveznek, amikor is felszerelik a dolgozókat okosórával vagy ruhába épített szenzorral, amely mindig megmondja, mikor, hol vannak az üzemben és milyen feladatot végeznek (V3, 2017). Ez a módszer a személyes adatok védelme tekintetében okozhat majd jogi fejtörést.

A V2-nél működő rendszer szerint a dolgozó, amelyik bejelentkezik egy gépbe munkára, azonnal látja, hogy van-e jogosultsága elvégezni az adott termelési tevékenységet, megvan-e hozzá a képzettsége, vagy sem. Ha esetleg nincs, a rendszer elirányítja egy e-learning felületre, ahol gyorsan el tudja végezni a tréninget, pl. az adott gép kezelésére vonatkozóan (V2, 2017). Mindkét módszer azt a célt szolgálja, hogy az emberi munkaerő termelékenységét és hatékonyságát növeljük, ugyanúgy, ahogy a gépekét is növelni szándékozunk az Ipar 4.0 vívmányainak alkalmazásával.

## 6.6 Okos termékek

A vizsgált vállalatok esetében – ahogyan korábbi fejezetekben már említettem – okos gépekkel találkozhatunk, okos termékek azonban még nem nagyon jelentek meg. Ily módon még igazából egyik gyár sem tekinthető teljes egészében okos gyárnak, csupán egyes termelő sorokon alkalmazták a magas szintű digitális technológiákat.

Élő példát is a V4 vállalatcsoport vállalati újságjában találtam. A V4 vállalatcsoportjának brit tagja együtt dolgozik a Centrica gáz csoporttal úgynevezett IQbojlerok kifejlesztésén. Ezek a készülékek internet csatlakozásra is képesek lesznek és távolról irányíthatók, ellenőrizhetők. Ha valami meghibásodik, az távolról is gyorsan megállapítható lesz, és a szerelő már a megfelelő alkatrészsel ellátva érkezik a javítás helyszínére. Ez lényegesen lerövidíthető az ügyfél várakozási idejét és az üzemkimaradást (V4 vállalati újság 2016. december, p. 5).

A bemutatott interjúk tapasztalati nem tükrözik a teljes magyar ipar fejlettségi szintjét, mindazonáltal segítenek megérteni a technológia alkalmazásának lépéseit, irányait. Azt is látni kell, hogy a megkérdezett vállalatok nagyon erősen a termelési folyamataikra fókuszálnak, az értéklánc más elemére gyakorolt hatásokkal még nem foglalkoznak. A vállalatok átfogó értékelését a következő fejezetben a PwC (2016a) modellje alapján végzem el.

## 7. A vállalatok fejlettségi szintjének meghatározása

A korábban bemutatott sok megoldás, technológia nem terjed el egy villámcsapásra. Számos lépcsőfokot kell végig járniuk a vállalatoknak, míg a negyedik ipari forradalom minden vívmányát magukévá teszik. Nem szükséges mindenkinek mindent megvalósítania, a digitalizáció és integráció nyújtotta lehetőségek több fokozatot is kínálnak, és attól is függ, az adott iparágban mit lehet megvalósítani és mit nem. A PwC (2016a) felállított egy modellt, amely a vállalatok négy fejlettségi szintjét különbözteti meg az Ipar 4.0 tekintetében, és a fejlettségi szintek besorolásához hét dimenzióban ad támpontokat. Ezek láthatók az alábbi, 3. táblázatban, és ezek alapján sorolom be a kutatás során megkeresett vállalatokat, akikről a korábbi fejezetek révén már kaphatott az olvasó egy rövid áttekintést.

	<i><b>Digitális újonc</b></i>	<i><b>Horizontális (belső folyamatok) integrátor</b></i>	<i><b>Vertikálsian (külső partnerekkel) együttműködő</b></i>	<i><b>Digitális bajnok</b></i>
<b>1. Digitális üzleti modell és vevői elérés</b>	Első digitális megoldások, szigetszerű alkalmazások	Digitális termék-szolgáltatás portfólió szoftverrel, hálózat (M2M, machine-to-machine) és adat mint megkülönböztető jegyek	Integrált vevői megoldások az ellátási láncot átívelően, külső szereplőkkel való együttműködés	Új, bomlasztó üzleti modellek kifejlesztése, innovatív termék és szolgáltatás portfólió, akár egy darabos sorozat (Lot size 1)
<b>2. A termék-szolgáltatás portfólió digitalizálása</b>	Az online és offline csatorna elkülönül, vevő fókusz helyett termék fókusz	Többcsatornás értékesítés, az online és offline csatorna integrált, az adatelemzést a testre szabáshoz használják fel.	A vevők egyedi megközelítése, integrált az értéklánc partnerekkel. Megosztott és integrált interfészek.	Integrált Vevői Életút Menedzsment valamennyi marketing és sales csatornában, vevő iránti empátia, CRM.
<b>3. Az értéklánc digitalizálása, horizontális és vertikális integrációja</b>	Digitalizált és automatizált részfolyamatok. Részleges integráció a termeléssel és/vagy belső vagy külső partnerekkel. Az együttműködésben standard folyamatok.	Horizontális digitalizáció, standard és összehangolt belső folyamatok és adat áramlás, külső partnerekkel korlátozott integráció.	A folyamatok és adat áramlás vertikális integrációja vevőkkel és külső partnerekkel, intenzív adat használat a teljesen integrált hálózatban.	Teljesen digitalizált, partnerekkel integrált ökoszisztéma, ön-optimalizáló, virtuális folyamatok, az alapvető képességekre koncentráció; decentralizált autonómia. Közel valós idejű hozzáférés átfogó termelési információkhoz.

<b>4.Adat és elemzés mint kulcs képesség</b>	Az adatelemzés az adatok félig manuális kinyerésén alapszik. Kiválasztott dolgokat monitoroz és azokról dolgoz fel adatot, hirtelen bekövetkező események vizsgálatának nincs rendszere.	Az elemzési képességet központi üzleti intelligencia (BI) rendszer segíti. Izolált, nem standardizált döntéstámogatási rendszer.	A központi BI rendszer konszolidálja az összes releváns külső és belső forrást, néhány előreutató elemzés készül. Speciális döntéstámogató rendszer működik, és kidolgozott protokollja van a hirtelen események kezelésének.	Központilag használ előretekintő (prediktív) elemzéseket a real-time optimalizálás és a hirtelen események automatikus kezelése érdekében. Az intelligens adatbázis és a tanuló algoritmusok hatékonyabbá teszik az elemzést és a döntéstámogatást.
<b>5.Agilis IT felépítés</b>	Széttagolt IT felépítés, házon belül.	Homogén IT architektúra házon belül. A különböző adatkockák (data cube) közötti összeköttetés fejlődik.	Hasonló IT felépítés a partneri hálózatban. Összekapcsolt adattenger (data lake), nagy teljesítményű architektúra.	Egységes adattenger, külső adat integrációs lehetőséggel és rugalmas szervezettel. Partnereknek szerviz szolgáltatás, adatcsere biztosítása.
<b>6.Panaszkezelés, biztonság, jog és adózás</b>	Hagyományos struktúrák, digitalizáció nincs a fókuszban.	A digitális kihívást azonosították, de nem foglalkoznak vele tudatosan.	A jogi kockázatokkal folyamatosan foglalkoznak a partnerekkel közösen.	Az egész ellátási hálózat szintjén optimalizálják reklamációkat, a jogi kérdéseket, a biztonságot és az adózást.
<b>7.Szervezet, alkalmazottak, digitális kultúra</b>	Funkcionális silók	Kereszt-funkcionális együttműködések, de nem strukturáltak és folyamatosan.	Vállalati határokon átnyúló együttműködés, a kultúra része a megosztás ösztönzése.	Az együttműködés kulcs érték vezérlő (key value driver).

3. táblázat: Ipar 4.0 érettségi modell (PwC, 2016a:28), módosítva, saját fordítás

Az alábbi ábrán (4. ábra) azt a négy vállalatot vizsgálom, amelyeknél az illusztrációt biztosító interjúk készültek. Mindegyik dimenzió tekintetében értékelem őket, hogy a fejlődés mely fázisában járnak jelenleg. Az egyes fejlődési szakaszok színét a fenti táblázat megfelelő színe jelzi.

Szempont Vállalat	1	2	3	4	5	6	7
V1							
V2							
V3							
V4							

4. ábra: Az interjúban szereplő vállalatok I4.0 fejlettségének megítélése (saját szerkesztés)

A megkérdezett vállalatok a negyedik ipari forradalom kiaknázásának elején járnak. Előnyben vannak a nemzetközi vállalatcsoportokhoz tartozó cégek, amelyek inspirációt és ösztönzést kapnak anyavállalatuktól, nem egyszer kifejezett elvárás valamilyen pilot projekt megkezdése. Két esetben pedig a magyar vezetők agilitása emeli a magyarországi gyárat pilot-gyárrá (V2, V3, V4). Valamennyi vállalatnál működik kisebb vagy nagyobb Ipar 4.0 munkacsoport, akik a lehetőségeket keresik és kiválasztják azokat a projekteket, amelyekből érdemes pilot-ba kezdeni. Ennek következtében rendszerint a projektek szigetszerűek, lassan halad összekapcsolásuk, kiterjesztésük a vállalatcsoport szintjére, de ilyenre is van példa (V2, V3, V4). Elsősorban a gyártósorok felszerelése kezdődött meg az adatgyűjtéshez szükséges eszközökkel, a termékek okossá tételére azonban nem említettek példát. Mivel a pilot projektek szigetszerűek, az ezek alapján megvalósuló fejlesztések összekötése folyamatban van ezért elsősorban a horizontális integráció irányába haladnak legtöbbször. Vertikális integrációra is van példa, végeznek pilot projektet beszállítónál (V3, V4) vagy éppen vevővel is (V4), de ez nem rutinszerű. Az, hogy az adatok hasznosítása az egész digitalizáció kulcsa és a versenyelőny új forrása, valamennyi vállalatvezető előtt ismert volt. Mindannyian érzékelték az elemzésre való képesség, mint kulcs kompetencia megjelenését, és igyekeznek is megnyerni maguknak a hozzáértő munkavállalókat, pl. egyetemekkel közös képzések (duális) (V4) révén. Minden cég nagyon igyekszik a téren, sokat áldoznak a szoftverfejlesztői csapat növelésére, adatelemző szoftverek fejlesztésére, applikációk kidolgozására (V3, V4). Az alapvető IT rendszer mindegyik cégnél fejlett, amelyet a vállalatcsoportba tartozó vállalatok számos saját fejlesztésű rendszerrel egészítenek ki. Több interjú alany is rámutatott, a digitalizáció akkor lesz sikeres, ha a beszállítók és vevők is tagjai lesznek a digitális ökoszisztémának, ami viszont csak szabványos platformok, interfészek révén valósítható meg, ami pedig még nem így van (V3, V4). Az adatgyűjtés és –kezelés, és legfőképp a biztonság és kockázatok kérdésköre valamennyi vállalatnál kiemelt témakörök. Többen inkább még saját szerverparkjukban vagy vállalatcsoport felhőjében bíznak, de van, aki globális felhő szolgáltatót használ. Mivel ez a kérdéskör a partnerek esetén is érzékeny, az ő megnyugtatójukra is közös egyeztetések folynak. A szervezeti kultúra változó. A legtöbben a bevonás módszerével élnek, van ahol a fizikai dolgozók maguk

is részt vesznek ötletelésben, a digitalizáció lehetőségeinek feltárásában (V2). A nemzetközi háttér itt is kedvező befolyással bír, a külföldi leányvállalatoktól érkező ötletek, az ötletversenyek inspirálják a hazai gyárban dolgozókat is (V4).

Összességében az interjúk sokat segítettek, hogy a gyakran elméletileg nehezen megragadható technológiai megoldásokat szemléltetni tudjam. Nem tekinthetők reprezentatívnak a magyar ipar általános állapotának, az Ipar 4.0-hoz való hozzáállásának megjelenítésében, mégis tanulságos volt látni, hogy mennyire dinamizálja a vállalatokat a fejlesztés lehetősége.

Az interjúk tapasztalatai alapján megfogalmazhatók olyan, *további kutatási kérdések* is, amelyek a vállalati szakembereket élénken érdeklik. Az első, hogy a jelenleg még nagyon termelés-orientált fejlesztések, és az azokban keletkező adatok hogyan lesznek becsatornázhatóak a teljes vállalati információs rendszerbe, hogy azok elemzéséből más vállalati területek döntési folyamatai is támogathatóak legyenek? Fontos kérdés, hogy mi ösztönzi majd a vállalatokat, hogy partnereikkel együttműködjenek, kiterjesszék az adatgyűjtés és –megosztás tevékenységét a vállalati határokon átívelően? A harmadik érdekes kutatási terület az adatbiztonság megteremtése, és hogy e területen hogyan fejlődnek, gondolkodnak a vállalatok, milyen megoldásokat alkalmaznak.



## 8. Összefoglalás

A tanulmány célja az volt, hogy áttekintést adjon az Ipar 4.0 jelenségéről, és megpróbálja rendezni azokat a fogalmakat, amelyeket hozzá társítunk. Annak érdekében, hogy az Ipar 4.0 vállalatra gyakorolt hatását is be tudjam mutatni, szükség volt egy elemzési keretre, amely struktúrát ad a leírásnak. Ehhez Porter (1985) értékláncát használtam, amely különösen érdekes abból a szempontból, hogy külön figyelmet fordít a vevői értékteremtésben elsődleges szerephez jutó vállalati területekre. Mivel az Ipar 4.0 elődleges hatását az értékteremtő folyamatokban érzékeljük, ott tapasztalható eddig legnagyobb átalakító hatása, ezért modell alkalmazása adekvátnak mondható. Nem lehet azonban elmenni amellett, hogy a vállalat más területein is keletkeznek adatok, illetve az operációban keletkező adatok elemzése nem csak annak működtetéséhez szükséges. A valós idejű adatok szétterjedése a vállalatban – a megfelelő elemzési eszközök és módszerek megléte esetén – a teljes vállalatra átütő hatást tud gyakorolni.

A PwC (2016a) egy táblázatban összesítette, hogy a negyedik ipari forradalmat elsőként kiaknázó vállalatok milyen módon tehetnek szert plusz jövedelemre, illetve milyen hatékonyságnövelő megoldásokkal spórolhatnak a költségeken (4. táblázat).

Jövedelem forrása	Alacsonyabb költség vagy növekvő hatékonyság
A jelenlegi termék és szolgáltatás portfólió digitalizálása.	Egyidejű termelésközi minőség-ellenőrzés big data elemzésekre alapozva.
Új digitális termékek, szolgáltatások, megoldások.	Moduláris, rugalmas, vevőre szabott termelési modellek.
Big data elemzések, mint szolgáltatás.	A folyamatok és termék variációk folyamatos átláthatósága, kiterjesztett valóság és optimalizálás a big data elemzésekre alapozva.
Személyre szabott termékek, tömeges testreszabás.	Előretekintő karbantartás tervezés, algoritmusok segítségével a karbantartás optimális idejének meghatározása az eszköz élettartamának minél hosszabb fenntartása érdekében.
A big data elemzések révén a vevők jobb megismerése, ez által nagy haszonkulcsú termékek, szolgáltatások kiajánlása.	A szenzorok, a MES és a real-time termelés tervezés horizontális integrációja, a gépek jobb kihasználtsága és a gyorsabb átfutási idők érdekében.
A fő termék piaci részesedésének növekedése.	Horizontális integráció, a termékek nyomon követése a jobb készlet teljesítmény és alacsonyabb logisztikai költségek érdekében.
	A folyamatok digitalizációja és automatizációja az emberi erőforrás okosabb felhasználása érdekében, nagyobb átbocsájtási sebesség.

	Rendszer szemléletű, valós idejű, en2end tervezés és vertikális együttműködés, felhő-alapú tervezési platformok használatával és a megvalósítás optimalizálásával.
	Alacsonyabb egységköltség a fő termék magasabb piaci részesedése miatt.

4. táblázat: Az Ipar 4.0 pozitív hatása a vállalat jövedelmére és hatékonyságára (PwC, 2016a: 14)

A korábban elszórtan említett kedvező hatások, megtakarítási lehetőségek mellett tehát más jövedelemtermelő, költségcsökkentő lehetőségek is felmerülnek.

Porter és szerzőtársa két Harvard Business Review cikkben elemzik azokat a hatásokat, amit az Ipar 4.0 gyakorol a vállalatokra és a vállalatok közötti versenyre. Iparágak közötti határok elmosódását, teljesen új koncepcióval betörő és sikeres vállalatok megjelenését prognosztizálják, míg a vállalat szervezete is átalakul, teljesen új szervezeti egységek munkakörök jelennek meg.

Ahogy az interjúalanyok is megfogalmazták (V1, V2), a digitalizáció folyik, körbe vesz bennünket, a meghatározza a jövőnket, a kérdés csak az, ki mikor száll be a ringbe és mit tud kiaknázni belőle.

## Forrásjegyzék

Allen, R.C. (2011): Global economic history. Oxford University Press, New York.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., Rosenber, M. (2014): How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: and Industry 4.0 perspective. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8(1), p. 37-44.

Chikán, A. (2016): Vállalatgazdaságtan. VTO Alapítvány, Budapest

Csurgó, D. (2017): Az asztalosnak is értenie kell a robotokhoz. Interjú Rainer Strack-kal, a BCG senior partnerével. Index, 2017. október 20.  
[http://index.hu/gazdasag/2017/10/20/rainer\\_strack\\_bcg\\_interju/](http://index.hu/gazdasag/2017/10/20/rainer_strack_bcg_interju/) Letöltés dátuma: 2017.10.20

Deloitte (2015): Industry 4.0 – An introduction. Deloitte, Hollandia

Diallo, A. (2014): Can Babolat's smart racket improve your tennis game? [www.forbes.com](http://www.forbes.com), 2014.08.28. <https://www.forbes.com/sites/amadoudiallo/2014/08/28/can-babolats-smart-racket-improve-your-tennis-game/#43a291985fd6> Letöltés ideje: 2017. október 22.

Frey, C. B., Osborne, M. A. (2017): The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 114, p. 254-280.

Global Transformation Monitor (2017): Germany: Industrie 4.0. European Commission

Greenwood, J. (1999): The third industrial revolution: technology, productivity, and income equality. Economic Review, 35(2). p. 2-12.

Hammond, N. (2017): The importance of the blockchain: the second generation of internet. <https://econsultancy.com/blog/68693-the-importance-of-the-blockchain-the-second-generation-of-the-internet> Letöltés dátuma: 2017.10.19.

Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., Jones-Farmer, L. A. (2014): Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications. International Journal of Production Economics, 154, p. 72-80.

Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2016): Design principles for industrie 4.0 scenarios. In System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on (p. 3928-3937). IEEE.

Holodny, E. (2017): A key player in China and the EU's „third industrial revolution” describes the economy of tomorrow. Business Insider, 2017.07.16. <http://www.businessinsider.com/jeremy-rifkin-interview-2017-6> Letöltés dátuma: 2017. 10. 20.

Hull, D. (2016): The Tesla Advantage: 1.3 billion miles of data. Bloomberg Technology, 2016. december 20. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-20/the-tesla-advantage-1-3-billion-miles-of-data> Letöltés dátuma: 2017.10.20.

Ilie-Zudor, E., Kemény, Z., Van Blommestein, F., Monostori, L., Van Der Meulen, A. (2011): A survey of applications and requirements of unique identification systems and RFID techniques. Computers in Industry, 62(3), p. 227-252.

Jensen, M. C. (1993): The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. The Journal of Finance, 48(3), p. 831-880.

KPMG (2016): The factory of the future. KPMG AG, Németország

Lee, J., Kao, H. A., Yang, S. (2014): Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. Procedia Cirp, 16, p. 3-8.

Mokyr, J.I. (1998): The Second Industrial Revolution, 1870-1914. Research paper, Northwestern University. p- 1-18.

Mokyr, J.I. (ed.) (1985): The economics of the industrial revolution. Rowman & Littlefield Publishers Inc., USA

Monostori, L. (2014). Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges. Procedia CIRP, 17, p. 9-13.

Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Letöltés dátuma: 2017. 10. 27.

Nenonen, S., Rasila, H., Junnonen, J. M., Kärnä, S. (2008): Customer Journey—a method to investigate user experience. In Proceedings of the Euro FM Conference, Manchester, p. 54-63.

Nick, G.A. (2017): Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform támogató szerepe. XXIV. NMK Plenáris ülés, Balatonalmádi, 2017. szeptember 14. <https://www.isoforum.hu/media/programnaptar/files/NickGabor-eloadas.pdf> Letöltés dátuma: 2017.10.20.

Porter, M.E. (1985): Competitive advantage. Free Press, New York

Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2014): How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), p. 64-88.

Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2015): How smart, connected products are transforming companies. Harvard Business Review, 93(10), p. 96-114.

PwC (2016a): Industry 4.0 - Building the digital enterprise. PricewaterhouseCoopers LLP

PwC (2016b): Industry 4.0 - Building the digital enterprise: Transportation and logistics key findings. PricewaterhouseCoopers LLP

Roland Berger (2014): Industry 4.0 – The new industrial revolution: How Europe will succeed. Roland Berger Strategy Consultants, Németország, p. 1-24.

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Harnisch, M. (2015): Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, Németország, p. 1-14.

Schell, D. (s.a.): RFID keyless entry and ignition system speeds FedEx Couriers. [www.varinsights.com](http://www.varinsights.com) (S.A.) <https://www.varinsights.com/doc/rfid-keyless-entry-and-ignition-system-speeds-0001> Letöltés dátuma: 2017. október 22.

Schwab, K. (2016): Fourth industrial revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum, p. 1-8.

SKF (2017): Kiterjesztett valóság. MM Műszaki Magazin, X(7-8), p.17

Szalavetz, A. (2016): Az ipar 4.0 technológiák gazdasági hatásai – Egy induló kutatás kérdései. Külgazdaság, 60(7-8), p. 27-50.

V1- Vállalati interjú, 2017.07.05., Székesfehérvár

V2 – Vállalati interjú, 2017.07.06., Esztergom

V3 – Vállalati interjú, 2017.07.26., Kecskemét

V4 – Vállalati interjú, 2017.08.08., Hatvan

V4 vállalati újság (Bosch Zünder). Stuttgart, 2016 december, 96(4)

Wang, S., Wan, J., Li, D., Zhang, C. (2016a): Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, 12(1), 3159805.

Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., Papadopoulos, T. (2016b): Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176, p. 98-110.

## 1. számú melléklet: Definíciók

**Adatbányászat:** a vállalatoknál keletkező hatalmas adatmennyiség számítógéppel támogatott, szisztematikus szétválogatása, tisztítása, mintázatok azonosítása, elemzésre való előkészítése.

**Additív termelés:** egy korábbi rés-piaci technológia mára egy gyors és rugalmas gyártási megoldássá nőtte ki magát, amely prototípus gyártásban használatos leginkább, vagy kicsi, de testre szabott sorozatok esetén. A 3D tervező technológia hatalmas szabadságot ad a tervezőnek a vevői igény figyelembe vétele szempontjából, bármennyit, bármilyen anyagból képes létrehozni. Lényege, hogy rétegről rétegre adja hozzá a szükséges alapanyagot, nem pedig kimetszi, -vágja, elveszi azt egy nagyobb alapanyag mennyiségéből (KPMG, 2016; Rüßmann et al, 2016).

**Algoritmus:** szabályok, logikák, módszerek összessége, amelyekkel egy adott folyamatot, problémát rendszeresen megoldunk (Porter-Heppelmann, 2014 alapján).

**Autonóm robot:** Az autonóm robotok nem csak elvégeznek egy számukra kijelölt feladatot repetitíven, hanem összekapcsolódnak akár egymással akár az emberi munkaerővel, felismerik a feladatot, képesek tanulni, és reagálnak a környezetükben bekövetkező változásokra. A KUKA és az ABB robotjai egymás mellett, illetve emberekkel együtt dolgozva képesek feladatokat biztonságosan elvégezni (Szalavetz, 2016; Rüßmann et al. 2015).

**Big data:** ez a manapság buzzword-nek számító kifejezés a vállalatoknál a különféle gépeken, folyamatokban, rendszerekben gyorsan keletkező, hatalmas, változatos adatmennyiséget jelenti, amely a hagyományos adatfeldolgozási módszerek képességeit már meghaladja (Wang et al., 2016b). Ennek strukturálása, tisztítása, különféle algoritmusokkal, szoftverekkel való elemzése a **big data analytics**, azaz big data elemzés, az adatokból releváns és strukturált információ előállításának módja.

**Felhő-alapú szolgáltatás:** felhő alapú szoftvereket a vállalatok eddig is használtak, de most a big data következtében úgy megnő a tárhelyigény és az adatok megosztásának igénye – ezzel párhuzamosan sokat fejlődött a felhő technológia sebessége, biztonsága – hogy egyre több cég használja adatainak tárolására, elosztására. Olyan nagy versenyzők is vannak a szolgáltatói pályán, mint a Microsoft, az Apple és az Amazon (Rüßmann et al., 2016).

**Gép-ember interfész:** ez egy olyan – ideális esetben ergonomikus és felhasználó barát – kezelőfelület (hardver és/vagy szoftver), ahol a gép és az azt felügyelő ember kommunikálni tud egymással. Látszanak a jelzések, a gép aktuális állapota, teljesítménye, a dolgozó pedig beállításokat végezhet, megoldhatja a felületen a problémát. Ez akár egy mobiltelefonos alkalmazás vagy tablet is lehet.

**Horizontális és vertikális integráció:** A vállalaton belüli és a vállalatok között folyamatok integrációja a digitális megoldások segítségével (Rüssmann et al., 2015; PwC, 2016). Érdekesség, hogy a megnevezés sem egységes, mert pl. Wang et al. (2016a) a horizontális és vertikális irányokat éppen ellentétesen, rendre a vállalaton kívüli szereplőre és vállalaton belüli folyamatokra használja.

**IoT:** Az Internet of Things az a jelenség, amely magába foglalja, hogy a „dolgok” olyan szenzorral, chippel, RFID-vel vannak felszerelve, amelyek képesek hálózatra csatlakozni, egymással kommunikálni, adatot megosztani. Tulajdonképpen a kiber-fizikai rendszer (CPS) megvalósulása (Hermann et al, 2016).

**Kiterjesztett valóság:** Ez a technológia a magunk előtt látott környezetet egyesíti a technikai adatokat, utasításokat, valós idejű gépi információkat megjelenítő digitális modellel (SKF, 2017 in MM, 2017). Felhasználási módja, ha 3D szemüvegen keresztül mutatjuk be egy gyártósor karbantartásának módját, hogy amikor arra ténylegesen sor kerül, a dolgozó el tudja azt végezni. Másik példa, hasonlóképpen szemüveg alkalmazásával, ha vizuális tréningeket tartunk a dolgozóknak egy-egy hiba, vészhelyzet elhárításának módjáról (Rüssmann et al., 2016).

**Okos gyár:** a smart factory az Ipar 4.0 Egyesült Államokban elterjedt elnevezése. Ugyanazt a jelenséget takarja, a digitalizáció segítségével vertikálisan és horizontálisan integrált gyárat, amely így még nagyobb vevői érték létre hozására képes.

**Okos termék:** a termék azon tulajdonsága, hogy képes saját állapotáról, működési jellemzőiről jelzést küldeni gyártójának, felhasználójának, elősegítve ezzel pl. a karbantartás tervezését (Szalavetz, 2016: 34.)

**Platform:** egyfajta közös alapnak, nyelvnek lehet tekinteni, amelyen mind a gépeket működtető program, mind az emberek számára készült programok, mind más vállalati területek szoftverjei készülnek, együttműködnek.

**RFID:** A rádiófrekvenciás azonosító egy, a termékben, gépben elhelyezett aktív (önmagában jeladásra képes) vagy passzív (rásugárzott jelre válaszolni képes) jeladó, amely képes adatokat közölni a termék, gép, folyamat aktuális állapotáról, teljesítményéről.

**Szenzor:** a szenzorok egy gép vagy termék azon apró alkatrészei, amelyek révén az képes külső környezetét érzékelni (Lee et al., 2014). Ez lehet hőmérséklet, páratartalom, az őt érő fényerő nagysága, vízszintes vagy függőleges elhelyezkedése, esetleg földrajzi pozíciója, stb. A V4 vállalat egyik gépe 16 féle hatást érzékel (V4, 2017).



**Szimuláció:** a termékek, anyagok, termelési folyamat 3D szimulációja eddig is létezett, de a most rendelkezésre álló adatmennyiség segítségével a vállalat valamennyi folyamatát – vagy az abban bekövetkező változás hatását – meg lehet jeleníteni a virtuális térben. Ez segít pl. egy új termék bevezetésekor a beállítások és az átállás előzetes tesztelésében, gyakorlatilag a teljes termelési folyamat virtuális térben való vizsgálatában (Rüssmann et al, 2015).